



Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil

“FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR, EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA, EN LA PARROQUIA 10 DE AGOSTO, DE LA CIUDAD DE PUYO.”

Autor: Victor Patricio Caiza Parra

Tutor: Ing. Otañez Gómez Hugo Marcelo. Mgs.

Quito, Febrero 2022.



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Victor Patricio Caiza Parra, con cédula de ciudadanía número 160050714-7, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Victor Patricio Caiza Parra

C.C. 160050714-7

DECLARATORIA

El presente Trabajo de Titulación titulado:

“FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR, EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA, EN LA PARROQUIA 10 DE AGOSTO, DE LA CIUDAD DE PUYO.”

Realizado por:

Caiza Parra Victor Patricio

Como requisito para la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Ha sido dirigido por el profesor

Ing. Hugo Marcelo Otañez Gómez. Mgs.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. Hugo Marcelo Otañez Gómez. Mgs.

TUTOR

DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

Ing. Hugo Marcelo Otáñez Gómez Mgs.

Ing. Luis Alberto Soria Núñez

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal
examinador

Hugo Marcelo Otáñez Gómez

Luis Alberto Soria Núñez

DEDICATORIA

Dedico mi tesis en primer lugar a Dios que me ha iluminado y dado fuerza para no rendirme en el transcurso de la carrera, con cariño a mis padres Victor Caiza y Martha Parra quienes me apoyaron de manera incondicional en cada paso de mi vida.

A mis hermanos, abuelitos y familia por el apoyo incondicional en especial a mi hermana Nancy Caiza que siempre estuvo ahí para mi cuando la necesite animándome y no dejarme solo en mis peores momentos.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de cumplir mi sueño de ser Ingeniero Civil, cuidándome y guiándome por el camino del bien sin desampararme.

A mis padres Victor Caiza y Martha Parra, por tenerme paciencia y darme sus consejos y amor incondicional.

A mis hermanos quienes estuvieron ahí en mi vida Universitaria alentándome, guiándome y dándome su apoyo en los momentos necesarios.

En especial a mi hermana Nancy que a pesar de mis errores nunca me dejo solo, teniendo en ella un apoyo emocional y económico en el transcurso de la carrera.

A mis amigos, compañeros quienes nos permitieron aprender más de la vida con sus palabras y consejos.

Agradezco a mi institución y a mis profesores por abrirnos las puertas y brindarnos sus conocimientos.

RESUMEN

En la presente investigación se plantea determinar el efecto del carbón activado granular, en la mejora de la calidad del agua cruda proveniente de una vertiente ubicada en el sector el Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de Agosto, la cual abastece y beneficia a un total de 20 familias del sector. Se construyó el filtro de carbón activado granular con materiales locales, con capas de agregados tales como: primera capa de piedra grande de río con un espesor de 25 cm, segunda capa de gravilla con un espesor de 15 cm, tercera capa arena gruesa con un espesor de 10 cm y como última capa carbón activado granular con un espesor de 20 cm, de tal manera se determinó los valores con los cinco parámetros Físicos – Químicos y Biológicos según el reglamento de calidad de agua siendo estos: color, turbiedad pH, sólidos totales disueltos y coliformes fecales. Se obtuvo como resultados, en cuanto al color no existe cambios en base a la muestra inicial, la turbiedad obtuvo un aumento del 11,2% manteniéndose dentro de los límites permisibles, el pH descendió a un 0,96%, en cuanto a sólidos totales disueltos un 28,8% y los coliformes fecales en un 21,88% durante la primera semana de estudio. En la segunda semana de estudio se evidenciaron valores beneficiarios para nuestra investigación logrando mantenerse con un pH neutro, en cuanto a la turbidez un aumento del 9,6%, y existe una disminución en el color de 6,12% en los sólidos totales disueltos 37,1% y en los coliformes fecales el 23,88%. La tercera semana de estudio se evidenció un incremento en cuanto a los valores de pH, Turbidez, color y sólidos totales disueltos debido a los factores climáticos de la región, teniendo en cuenta su aumento cabe mencionar que están dentro de los límites permisibles, los coliformes fecales los cuales son dañinos para los seres humanos obtuvieron una disminución este parámetro beneficia y favorece a las familias de la comunidad Esfuerzo1 de la parroquia 10 de Agosto de la provincia de Pastaza.

PALABRAS CLAVE

Agua cruda, agua tratada, adsorción, carbón activado granular, coliformes fecales.

ABSTRACT

In the present investigation, we propose to determine the effect of granular activated carbon in the improvement of the quality of raw water from a spring located in the sector of “El Esfuerzo 1” of the parish of 10 of August, which supplies and benefits a total of 20 families in the sector. The granular activated carbon filter was built with local materials, with layers of aggregates such as: first layer of large river stone with a thickness of 25 cm, second layer of gravel with a thickness of 15 cm, third layer of coarse sand with a thickness of 10 cm and the last layer of granular activated carbon with a thickness of 20 cm, in such a way that the values were determined with the five physical, chemical and biological parameters according to the water quality regulations: color, turbidity, pH, total dissolved solids and fecal coliforms. The results showed that there were no changes in color compared to the initial sample, turbidity increased by 11.2%, remaining within the permissible limits, pH decreased by 0.96%, total dissolved solids by 28.8% and fecal coliforms by 21.88% during the first week of the study. The second week of the study showed beneficial values for our research, maintaining a neutral pH, an increase of 9.6% in turbidity and a decrease of 6.12% in color, 37.1% in total dissolved solids and 23.88% in fecal coliforms. The third week of the study showed an increase in the values of pH, turbidity, color and total dissolved solids due to the climatic factors of the region, taking into account their increase, it is worth mentioning that they are within the permissible limits. The fecal coliforms, which are harmful to humans, obtained a decrease; this parameter benefits and favors the families of the community “Esfuerzo1” of the parish 10 of August in the province of Pastaza.

KEY WORDS

Raw water, treated water, adsorption, granular activated carbon, fecal coliforms.

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURAMENTADA	ii
DECLARATORIA.....	iii
DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	vii
PALABRAS CLAVE	vii
ABSTRACT.....	viii
KEY WORDS	viii
CAPITULO I	15
1.1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.2. ANTECEDENTES	16
1.3. TÍTULO	16
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.5. DEFINICIÓN DE VARIABLES	17
1.5.1. VARIABLES DEPENDIENTES:	17
1.5.2. VARIABLES INDEPENDIENTES:.....	17
1.6. RELACIÓN ENTRE VARIABLES	17
1.7. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.8. OBJETIVOS.....	19
1.8.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.9. ALCANCE.....	19
1.10. LIMITACIONES	19
1.11. HIPÓTESIS	20
CAPITULO 2 MARCO TEORICO	21
2.1. AGUA CRUDA.....	21
2.2. PROPIEDADES DEL AGUA.....	21
2.3. pH DEL AGUA.....	22
2.4. CALIDAD DE AGUA.....	23
2.5. AGREGADOS.....	23
2.6. CARBÓN ACTIVADO	24
2.6.1. CARACTERIZACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO.....	26
2.6.2. CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CARBÓN ACTIVADO	26

2.6.3. APLICACIONES DEL CARBÓN ACTIVADO.....	27
2.6.4. REGENERACIÓN DEL CARBÓN ACTIVO	29
2.7. TRATAMIENTOS DE AGUAS CON CARBÓN ACTIVADO.....	29
2.8. FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO	29
2.9. ELABORACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO	31
2.10. PROCESOS DE ACTIVACIÓN.....	33
2.10.1. ACTIVACIÓN FÍSICA	33
2.10.2. ACTIVACIÓN QUÍMICA	34
2.11. CARBÓN ACTIVADO GRANULAR	35
2.12. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	35
2.12.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	35
2.12.2. ESTRUCTURA FÍSICA.....	35
2.12.3. ADSORCIÓN Y ABSORCIÓN	36
2.12.4. ADSORCIÓN	36
2.12.4.1. Capacidad de adsorción de un carbón	37
2.13. LIMITE MÁXIMOS PERMITIDOS	39
2.13.1. LIMITE PERMISIBLE DE COLIFORMES FECALES	40
2.14. MALLA DE POLIETILENO	40
2.14.1. USO DE LA MALLA DE POLIETILENO EN EL FILTRO	41
2.15. TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS	42
2.15.1. TOMA DE MUESTRAS	42
2.15.2. PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA	43
2.15.3. TRANSPORTE Y ENTREGA DE LA MUESTRA AL LABORATORIO ..	44
CAPITULO 3 METODOLOGÍA	45
3.1. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.1.1. TÉCNICA.....	45
3.2. PROCEDIMIENTOS.....	45
3.3. PERFIL DE FILTROS	50
3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS	51
3.4.1. COLIFORMES TOTALES	51
3.4.2. COLIFORMES FECALES	51
3.4.3. COLOR.....	52
3.4.4. TURBIEDAD.....	52
3.4.5. pH (POTENCIAL DE HIDROGENO).....	52
CAPITULO 4 RESULTADOS.....	53

4.1. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL INFORME DE LA UNIDAD DE CONTROL DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO..	53
4.1.2. RESULTADO MUESTRA 2 (VERTIENTE).....	54
4.1.3. RESULTADO MUESTRA 3 (CAPTACIÓN).....	54
4.1.4. RESULTADOS AGUA TRATADA.....	55
4.2. RESULTADOS DE PH DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE GRÁFICOS DE COLUMNAS.....	56
4.2.1. RESULTADOS – PH	56
4.3. RESULTADOS DE COLOR DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE GRÁFICOS DE COLUMNAS.....	58
4.3.1. RESULTADOS – COLOR	58
4.5. RESULTADOS DE TURBIEDAD DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE GRÁFICOS DE COLUMNAS.....	59
4.5.1. RESULTADOS – TURBIEDAD	59
4.6. RESULTADOS DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE GRÁFICOS DE COLUMNAS .	61
4.6.1. RESULTADOS – SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	61
4.7. RESULTADOS DE COLIFORMES FECALES DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA.....	62
4.7.1. RESULTADOS – COLIFORMES FECALES	62
CAPITULO 5 DISCUSIÓN	64
5.1. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS, PORCENTAJES DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS	64
5.1.1. PORCENTAJE – LLAVE DE AGUA	64
5.2. RESULTADOS DE PH - PORCENTAJE	64
5.3. RESULTADOS DE COLOR - PORCENTAJE	65
5.4. RESULTADOS DE TURBIEDAD - PORCENTAJE	66
5.5. RESULTADOS DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS - PORCENTAJE.....	66
5.6. RESULTADOS DE COLIFORMES FECALES - PORCENTAJE.....	67
CAPITULO 6	68
6.1. CONLUCIONES	68
6.2. RECOMENDACIONES	69
6.3. BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	72
1.1. ANEXOS – PANEL FOTOGRAFICO	72
1.1.1. MATERIALES.....	72
1.1.2. CONSTRUCCIÓN DEL FILTRO.....	74

1.1.3. TRANSPORTE E INSTALACIÓN DEL FILTRO EN LA COMUNIDAD ESFUERZO 1	75
1.1.4. TOMA DE MUESTRAS	80
1.2. ANEXO – RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO	83
1.2.1. RESULTADOS MUESTRAS DE AGUA CRUDA	83
1.2.2. AGUA TRATADA – SEMANA 1	86
1.2.3. AGUA TRATADA – SEMANA 2	87
1.2.4. AGUA TRATADA – SEMANA 4	88
1.3. ANEXO _ PRECIPITACIONES PASTAZA	89
1.3.1. PRECIPITACIONES DIARIAS MES DEL DICIEMBRE DEL 2021	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variable dependiente.	17
Tabla 2 Variable independiente.....	18
Tabla 3 Dimensiones y peso del carbón activado.	25
Tabla 4 Tamaño del carbón activo granular y aplicaciones.....	25
Tabla 5 Materia prima del carbón activado.	32
Tabla 6 Propiedades físicas del carbón activado.	36
Tabla 7 Compuestos con muy alta probabilidad de eliminación.....	38
Tabla 8 Compuesto con probabilidad moderada de ser eliminada.	38
Tabla 9 Compuesto cuya eliminación no es probable.	39
Tabla 10 Límites de características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas.	39
Tabla 11 Límites microbiológicos.	40
Tabla 12 Técnica de Recolección de datos para Coliformes Totales.....	51
Tabla 13 Técnica de recolección de datos para coliformes fecales.	51
Tabla 14 Técnica de recolección de datos para ensayo de color.....	52
Tabla 15 Técnica de recolección de datos para ensayo de turbiedad.	52
Tabla 16 Técnica de recolección de datos para ensayo de pH (Potencial hidrogeno).	52
Tabla 17 Resultados físico-químicos y microbiológico-llave de agua.	53
Tabla 18 Resultados físico-químicos y microbiológico – vertiente.	54
Tabla 19 Resultados físico-químicos y microbiológico – captación.....	55
Tabla 20 Resultados físico-químicos y microbiológico – 1 por semana.	56
Tabla 21 Resultados físico-químicos y microbiológico – llave de agua.....	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Agua cruda.	21
Ilustración 2 Valores del pH.	22

Ilustración 3 Componentes del filtro.....	24
Ilustración 4 Carbón activo granulado.	27
Ilustración 5 Carbón activo en polvo.....	27
Ilustración 6 Filtro de carbón activado.	30
Ilustración 7 Filtro de carbón activado en campo.....	31
Ilustración 8 Diagrama de activación térmica.	33
Ilustración 9 Diagrama de activación química.....	34
Ilustración 10 Carbón activo granular.	35
Ilustración 11 Malla de polipropileno.....	41
Ilustración 12 Implantación de malla de polipropileno.	51
Ilustración 13 Resultados de pH - agua cruda.....	56
Ilustración 14 Resultados de pH.....	57
Ilustración 15 Resultados de color - agua cruda.....	58
Ilustración 16 Resultados de color.....	58
Ilustración 17 Resultados de turbiedad – agua cruda.....	59
Ilustración 18 Resultados de turbiedad.....	60
Ilustración 19 Resultados de sólidos totales disueltos - agua cruda.....	61
Ilustración 20 Resultados de sólidos totales disueltos.....	62
Ilustración 21 Resultados de coliformes fecales - agua cruda.....	62
Ilustración 22 Resultados de coliformes fecales.....	63
Ilustración 23 Porcentaje – pH.....	64
Ilustración 24 Porcentaje – color.....	65
Ilustración 25 Porcentaje – turbiedad.	66
Ilustración 26 Porcentaje – sólidos totales disueltos.....	66
Ilustración 27 Porcentaje – coliformes fecales.....	67

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía Nº 1 Malla de polipropileno, evitando el paso de vegetación.	41
Fotografía Nº 2 Toma de muestra.	43
Fotografía Nº 3 Cooler y hielo para preservar la muestra.	43
Fotografía Nº 4 Toma de muestra antes de instalar el filtro.	45
Fotografía Nº 5 Instalación del filtro en el lugar adecuado.	46
Fotografía Nº 6 Establecer capa de piedra.....	47
Fotografía Nº 7 Implementación de grava en el filtro.....	47
Fotografía Nº 8 Ubicación y distribución de arena gruesa.....	48
Fotografía Nº 9 Implementación de carbón activado granular.....	48
Fotografía Nº 10 Prueba del filtro antes de conectar a la red principal.....	49
Fotografía Nº 11 Instalar la tubería de entrada y salida de agua.	49
Fotografía Nº 12 Implantación de malla de polipropileno.	50
Fotografía Nº 13 Tanque plástico de 200 litros.	72
Fotografía Nº 14 Adaptador tanque.....	72
Fotografía Nº 15 Carbón activo granular.	73
Fotografía Nº 16 Malla de polipropileno.	73
Fotografía Nº 17 Envases para muestras.....	74

Fotografía N° 18	Instalación de accesorios.	74
Fotografía N° 19	Entrada y salida del filtro.	75
Fotografía N° 20	Transporte de materiales.	75
Fotografía N° 21	Ubicación del filtro.	76
Fotografía N° 22	Capa de piedra de la zona.	76
Fotografía N° 23	Capa de grava fina.	77
Fotografía N° 24	Capa de arena gruesa.	77
Fotografía N° 25	Capa de carbón activo granular.	78
Fotografía N° 26	Instalación de tubería de entrada.	78
Fotografía N° 27	Prueba de salida de agua.	79
Fotografía N° 28	Instalación de tubería de salida.	79
Fotografía N° 29	Implementaciones malla de polipropileno.	80
Fotografía N° 30	Toma de muestra en grifo - agua cruda.	80
Fotografía N° 31	Toma de muestra captación - agua cruda.	81
Fotografía N° 32	Muestra de vertiente - agua cruda.	81
Fotografía N° 33	Muestras para analizar.	82
Fotografía N° 34	Muestras para analizar.	82

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El agua es una fuente esencial para la vida de los seres humanos, este recurso se encuentra en abundancia en nuestro planeta, pero poca se puede tomar de forma natural, se debe prever condiciones adecuadas para ser ingerida o para su utilización con diferentes fines, exenta de contener sustancias perjudiciales para el ser humano.

En la actualidad nuestra población se ve obligada a beber de fuentes cuya calidad de agua no es óptima para el consumo desde una perspectiva visual, los procesos de urbanización e industrialización generan beneficios, pero también perjudican creando serios problemas, tales como, alteraciones ambientales, contaminación, inadecuado manejo de los recursos naturales y por ende daños a salud de la población.

Las contrariedades presentes en los sistemas de agua, se deben a la variabilidad de las fuentes hídricas, así como a la contaminación de las mismas, exigiendo adoptar nuevas estrategias que nos permitan perfeccionar los procesos de tratamientos y mejorar la calidad de agua. Una técnica de tratamientos de agua consiste en múltiples barreras, en la cual comprenden varios procesos físico-químicos para la remoción de material particulado. (LeChevallier & Norton, 1992).

Una técnica de tratamiento de aguas, es la incorporación de carbón activado. Prias, 2011, establece que el carbón activado es utilizado en diferentes áreas de estudios, tales como la medicina, tratamiento de aguas, eliminación de olores y sabores, con la finalidad de eliminar o restablecer compuestos orgánicos como; tintes, disolventes o compuestos orgánicos tóxicos de las aguas, en la purificación del aire, en la industria química, en la industria farmacéutica, en la purificación de gases, en la eliminación del cloro libre en agua potable, en la eliminación de ozono en agua potable, en eliminación de geosminas, antracina, simazina, y en la eliminación de dioxinas.

La finalidad del presente proyecto de investigación propone la implementación de un filtro de carbón activado, enfocándonos en el sector rural, la misma que consumen agua de vertientes o afluentes que están contaminados ya sea por el sector agrícola, pecuario, industrialización o por la extensión demográfica. De tal manera se evidenciará los cambios en cuanto a la calidad del agua post y después de la implementación del filtro mediante análisis de laboratorio.

1.2. ANTECEDENTES

El carbón activado es una de las maneras eficientes y económicas de mejorar la calidad de agua cruda de una forma cacerá, siendo este una de las formas de absorción de olores y sabores que el agua puede llegar a tener estando en su estado natural, disminuyendo gran parte de contaminantes microbiológicos que pueden causar enfermedades a las personas que consumen en agua sin ninguna clase de tratamiento.

Teniendo en cuenta el estudio “la elaboración de un sistema de tratamientos de agua por medio de un portátil con material local”, define que ayuda a la eliminación de contaminantes biológicos, químicos y físicos se puede lograr utilizando materiales a disponibilidad local y de fácil acceso. De acuerdo a lo expresado con anterioridad se detallan los puntos fundamentales para la elaboración de un sistema de tratamiento de agua, la cual pretende purificar 300 Litros al día, utilizando un sistema de filtro de grava, triturado, arena gruesa y carbón activado granular.

Los tanques de almacenamiento tienen una capacidad de 200 L, con un peso promedio de 10 Kg, se pueden movilizar fácilmente, ya que los lugares de captación de agua no constatan con vías carrozables para su acceso. Este sistema proporciona años de servicio con su respectivo mantenimiento periódico del bio- filtro de carbón activado una vez al año. (Hilbron, 2011)

Las personas de la comunidad El Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de Agosto del cantón Puyo y provincia de Pastaza, la cual cuenta con 20 familias, consumiendo diariamente agua cruda que la única información con la que cuentan es que proviene de una vertiente, viendo este caso ha llevado a querer proporcionar a la comunidad de un filtro de carbón activado con sus respectivos análisis de agua para comprobar un antes y después de la calidad de agua que consumen diariamente.

1.3. TÍTULO

“FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR, EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA, EN LA PARROQUIA 10 DE AGOSTO, DE LA CUIDAD DE PUYO.”

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tema planteado parte de la inexistencia de un análisis sobre la calidad de agua del Esfuerzo 1, un sector de la parroquia 10 de Agosto, existe la predisposición de realizar la investigación en bien de la población, contribuyendo con la elaboración de un filtro de carbón activado como variable independiente de las cuales podremos verificar los efectos en las propiedades físicas (turbiedad y color), químicas (pH y sólidos totales disueltos) y biológicas (bacterias coliformes fecales), de acuerdo a los futuros resultados obtenidos podremos visualizar la realidad de la calidad de agua y determinaremos cuáles fueron nuestros aportes en beneficio del sector.

1.5. DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.5.1. VARIABLES DEPENDIENTES:

- Filtro de carbón activado.

1.5.2. VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Características físicas del agua potable (turbiedad y color).
- Características químicas del agua potable (pH y residual de desinfectantes).
- Características biológicas del agua potable (bacterias coliformes totales y bacterias termotolerantes o fecales).

1.6. RELACIÓN ENTRE VARIABLES

Tabla 1 Variable dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	INDICADORES
Filtro de carbón activo granular	Medio, dispuesto con diferentes estratos por capas; por el cual atravesará el agua.	Piedra grande e=25cm Gravilla e=15cm Arena gruesa e=10cm Carbón activo e=20cm

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Variable independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	INDICADORES
Calidad del agua	Características físicas del agua.	Turbiedad Color
	Características químicas del agua.	pH Residual desinfectante
	Características biológicas del agua.	Bacterias coliformes Bacterias fecales

Fuente: Elaboración propia.

1.7. JUSTIFICACIÓN

La provincia de Pastaza cuenta con distintas plantas de tratamiento de agua para el sector urbano, por su apogeo a nivel comercial y por su cantidad de habitantes, pero se olvidan de los sectores rurales por su bajo número de habitantes que la conforman, proporcionando agua de una pésima calidad, debido a la inexistencia de estudios específicos sobre el tipo de agua que consume esta población, implementando un modelo de agua entubada que no cumple con las normas y técnicas adecuadas de tratamientos de aguas. Es por ende que se plantea la siguiente investigación con el fin de analizar la calidad de agua que consumen la población que conforma el Esfuerzo 1, un sector rural de la parroquia 10 de Agosto.

En la actualidad existen nuevas técnicas para ser implementadas en la eliminación de sustancias contaminantes, una de las fases más importantes del tratamiento de agua; es la filtración, la utilización de filtros de carbón activado granular tiene una gran acogida por los beneficios que ofrece, tales como; la remoción de sustancias orgánicas en una base de flujo continuo, permitiendo que sea empleado en capas o columnas debido a su consistencia de esa forma desarrolla una gran capacidad de absorción, para lograr esto es fundamental implementar técnicas de mejoramiento de

carbón activo, para poder mantener en constante funcionamiento nuestro filtro y que cumpla con eficacia su cometido. (Mañay, 2013)

Se considera que la implementación del filtro nos permitiría crear barreras que impedirán el paso de sustancias contaminantes, (químicas, biológicas, físicas), además de su bajo costo de construcción comparado con otras técnicas de mejoramiento del agua. La finalidad del carbón activado granular, se establece como un remplazo parcial o total de otros métodos de filtración convencional de agua cruda, ya que es un medio eficiente para la eliminación de partículas contaminantes. (Baruth, 2004)

1.8. OBJETIVOS

1.8.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un filtro de carbón activado granular mediante el análisis físico, químico y biológico del agua cruda, en la comunidad Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de Agosto de la ciudad del Puyo para mejorar la calidad del agua.

1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las características físicas, químicas y biológicas del agua cruda, mediante análisis de laboratorio para obtener parámetros de las propiedades iniciales del agua cruda.
- Realizar el diseño típico de un filtro de carbón activado granular mediante análisis de trabajos previos para poder instalar el filtro y mejorar de la calidad del agua.
- Determinar los parámetros físicos, químicas y biológicos del agua después de la implementación del filtro de carbón activado granular mediante análisis del laboratorio para demostrar el mejoramiento en la calidad del agua.

1.9. ALCANCE

El alcance del proyecto está enfocado como la unidad de estudio en base a la calidad del agua. En cuanto a la población de estudio, está conformada por 20 familias del sector el esfuerzo 1 de la parroquia 10 Agosto.

1.10. LIMITACIONES

Se cuenta con poca información del sector de estudio; sin embargo, se realizará un análisis para recolección de información.

La escasez de agua potable, y la evidente falta de investigación en cuanto a calidad del agua del sector, es el factor limitante de nuestra investigación.

1.11. HIPÓTESIS

El agua filtrada con carbón activo granular proveniente de una vertiente ubicada en la comunidad El Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de agosto de la ciudad del Puyo mejorara las propiedades físicas, químicas y biológicas.

CAPITULO 2 MARCO TEORICO

2.1. AGUA CRUDA

El agua natural conocida también como agua cruda es aquella que no ha pasado por ningún tipo de tratamiento, por este motivo no ha sido incluido en ninguna red de distribución del suministro. Este tipo de agua se localizan en fuentes y reservas naturales como en aguas superficiales (ríos, lagos, embalses, canales), aguas subterráneas (pozos, arroyos). El agua cruda, es un término popularmente conocido.

“Este tipo de agua contiene materia orgánica, inorgánica y microorganismos, así como sabor, olor, color y turbidez, por lo que antes de poder ser considerada como agua potable, el agua cruda debe pasar por los diferentes procesos que conforman las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP).” (Zarza, 2021)

Ilustración 1 Agua cruda.



Fuente: Elaboración Propia.

2.2. PROPIEDADES DEL AGUA

La estructura molecular del agua, está compuesta por una caracterización completa siendo un desafío latente para los científicos. Es fundamental un estudio sistemático del agua, en forma molecular y en conjunto, para establecer parámetros más claros sobre sus capacidades y usos. De esta manera comprender por qué es el compuesto químico elegido por la Naturaleza para cumplir el rol fundamental de la vida. Las propiedades más destacadas del agua son las siguientes: (Ponce, 2021)

- Su capacidad para regular la temperatura ambiente.
- Su flotabilidad en estado sólido (hielo).
- Sus propiedades de capilaridad y tensión superficial.
- Su marcada propiedad solvente.
- Su relación activa con la química de protones y electrones.

2.3. pH DEL AGUA

El pH es una medida que es utilizada para medir la acidez del agua.

“El rango varia de 0 a 14, siendo 7 el rango promedio (rango neutral). Un p H menor indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica que el agua es básica. En realidad, el pH es una medición de la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido en el agua. Si el agua contiene más iones de hidrógeno tiene una mayor acidez, mientras que agua que contiene más iones de hidróxido indica un rango básico”. (Saldarriaga, 2012)

La modificación del pH es el término que se aplica al acondicionamiento del agua para reducir su solvente y poder corrosivo, además de que no promueve la formación de SDA.

(Sousa, 2010) manifiesta que el ajuste del pH ayuda a controlar la corrosión, porque en la mayoría de los casos no se puede eliminar, pero se puede reducir a un nivel aceptable que no afecta a los consumidores, este método, tiene como finalidad precipitar y mantener una película fina de carbonato de calcio en el interior, es el más utilizado para reducir la corrosión, ya que tiende hacer más fácil de implementar y en su bajo costo en cuanto a las redes de distribución.

Ilustración 2 Valores del pH.



Fuente: Olarte, 2017.

2.4. CALIDAD DE AGUA

El agua que será utilizada para consumo humano debe ser regida por normas de inocuidad, que garanticen el bienestar siguiendo los lineamientos establecidos a continuación.

- Prevenir la transmisión de diferentes enfermedades que son transportadas en su mayoría por el agua de mala calidad o contaminada.
- Aplicación de normas sanitarias establecidas para garantizar la inocuidad del agua que es vida.
- Educar, sensibilizar y capacitar a la población local de las regiones para monitorear y controlar la calidad que debería tener el líquido vital de consumo diario de los seres humanos.
- Aplicar métodos y procedimientos para la calidad, la correcta distribución y almacenamiento adecuado del agua para consumo humano.
- Responsabilidades de los usuarios del agua por la protección de las cuencas hidrográficas y el suministro de agua potable.
- Llevar a cabo un control de la calidad del agua, basado en un análisis, químico, físico y biológico, teniendo en cuenta los puntos críticos de control.
- Acceso libre a la información acerca de la calidad del agua.

2.5. AGREGADOS

Los agregados son materiales granulares inertes de estructura sólida, su uso se centra en la creación de productos artificiales a través de la mezcla con materiales, a continuación, explicamos los agregados utilizados para la construcción del filtro de carbón activado, se ubica una capa de 25 cm de piedra grande con la finalidad de proteger la salida del agua tratada (a). la siguiente capa se conforma por 15 cm de gravilla (b), arena gruesa una capa de 10 cm, finalmente en la parte superior del filtro una capa de 20 cm de carbón activo granular (d).

Ilustración 3 Componentes del filtro.



Fuente: Elaboración Propia.

2.6. CARBÓN ACTIVADO

El carbón activado es conocido como término general, que se utiliza para denominar los productos que se derivan de materiales directos carbonosos ya que constan con una superficie extraordinariamente grande, se realiza un proceso de aplicación basada en tener una gran cantidad de poros en el carbón, creando una carbonatación artificial siguiendo el método de carbonización. El proceso, por lo que el producto tiene alta porosidad y alta superficie interna. Hay un producto uniforme a base de carbón y su activación se realiza para aumentar su superficie de alrededor de 300 veces basado en la deformación de poros, grandes áreas de 1200 a 1500 m² / g de carbón.

La diferencia entre los diferentes tipos de carbón está en su estructura y átomos, el carbón activado, se encuentra combinado en forma de placas graníticas, las mismas que se encuentran separadas y tiene diferentes orientaciones, provocando la existencia de espacios entre ellas, denominados poros, dando origen a su peculiaridad, de contar con un área superficial grande y su capacidad adsorbente moderadamente alta. (Saldarriaga, 2012)

Tabla 3 Dimensiones y peso del carbón activado.

DIMENSIONES Y PESO DE PRESENTACIÓN

N° Malla	Abertura (micras)	Presentación	
		A	B
4	4750	40	25
12	1680	30	-
16	1180	25	-
18	1000	25	-
200	149	25	-

Fuente: Yambay, 2020.

Podemos determinar que cuando hablamos de carbón activado, se refiere a un producto combinado con carbonización y el proceso de activación de la materia orgánica, principalmente el origen de las plantas y el carbón, el nivel y el recorrido de la gira, para lograr altos niveles de porosidad y una superficie intraparticular alta. Las superficies específicas facilitan la adsorción física de gases y vapor de mezclas de gas o sustancias dispersas en líquidos.

Podemos clasificar, que el carbón activo se encuentra de forma granular y en polvo, dependiendo de la dimensión del grano se clasifica en: grano grueso o grano fino. (Saldarriaga, 2012)

Tabla 4 Tamaño del carbón activo granular y aplicaciones.

APLICACIÓN	GRANULOMETRÍAS
Tratamiento de agua y de líquidos en general, a nivel industrial y municipal.	8x30, 12x40, 14x30, 14x40
Purificadores de agua caseros.	12x40, 14x40, 20x50
Acondicionamiento de aire, purificación de gases (como CO ₂ , He, acetileno), recuperación de vapores de solventes, campanas para cocinas.	4x6, 4x8, 4x10
Mascarillas de gases.	12x20
Recuperación de oro.	6x12, 6x16, 8x16, 10x20
Boquillas de cigarros.	8x14, 12x20, 20x50

Fuente: Sevillano, 2013.

2.6.1. CARACTERIZACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

El carbón activado se evalúa de acuerdo con el área o superficie de adsorción activa. Para llevar a cabo este proceso, la cantidad de nitrógeno o butano absorbido viene determinada por el carbono estimado. Cuanto mayor sea la cantidad de gas absorbido, mayor será su superficie y mayor será su capacidad para retener moléculas de gas.

Si se utiliza carbón activado en el tratamiento del agua, el principal parámetro que se debe determinar es el índice de yodo. En general, los microcarbonos son más adecuados para eliminar partículas pequeñas, por ejemplo, trimetano, que consta de estructuras tan simples como: CHCl_3 , CHClBr_2 , CHClBr_2 .

2.6.2. CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CARBÓN ACTIVADO

Un carbón activado tiene una superficie activa de 1,000 a 1,200 mts^2 /gr, también tiene una alta afinidad por la adsorción específica de un compuesto, su forma de reducir los contaminantes es sumamente alta, con estas cualidades se dice que esta tecnología es la mejor en este momento para la remoción de contaminantes. Hay muchos tipos de carbón activado en el mercado para usos específicos.

Las aplicaciones de diferentes tipos de carbón pueden estar relacionadas con aspectos como:

- Elimina colores, olores y sabores no deseados en líquidos y bebidas como: refrescos, cerveza, vino, jugos, vinagre, etc.
- En proceso de filtrado y azúcar refinado.
- Mejorando las propiedades de diversos líquidos en la industria alimentaria.
- En la eliminación de contaminantes en agua potable y aguas residuales tratadas y no tratadas.
- En la eliminación de contaminantes de los gases de escape.
- Purificación y acondicionamiento de aire en lugares públicos e interiores.

Ilustración 4 Carbón activo granulado.



Fuente: Saldarriaga, 2012.

Ilustración 5 Carbón activo en polvo.



Fuente: Saldarriaga, 2012.

2.6.3. APLICACIONES DEL CARBÓN ACTIVADO

Sus formas de uso son en líquido, encierra la decoloración de licores de sacarosa, “potabiliza aguas (eliminación de olor, color, sustancias químicas, bacterias, tratamientos de aguas residuales, decoloración de aguas para su uso en la construcción de bebidas refrescantes, decoloración y optimización de bebidas alcohólicas (vinos, rones)”. (Saldarriaga, 2012)

Purificación y división de:

- grasas y aceites víveres.
- proteínas, como medicamento en la desintoxicación de individuos,
- plasma sanguíneo,
- división de recursos metálicos (oro, plata), entre otras.

Por otro lado, en el medio gaseoso, se utiliza en el almacenamiento y separación de gases, en respiradores, en protección radiológica en centrales nucleares, en desodorización de alimentos. Además, hoy tiene amplias perspectivas de aplicación

como auxiliar de catalizador y como catalizador. Entre otros usos, en general, se puede mencionar su uso en colillas de cigarrillos y suelas de zapatos, entre otros. Generalmente, el polvo de carbón se aplica en un medio líquido, mientras que los gránulos se pueden aplicar en ambos medios. Al reunir varias aplicaciones, destacamos:

- Elimina las impurezas que provocan el color, olor y sabor del agua de bebida (mejora las propiedades organolépticas del agua).
- Tratamiento de aguas residuales (Tratamiento terciario de aguas residuales.)
- Tratamiento de aguas en procesos industriales.
- Purificación de aguas subterráneas
- Filtrar el agua del estanque
- Filtración de aguas residuales tratadas
- Tratamiento de gases residuales.
- Purificación de aire y filtro de aire.
- Decoloración del vino, jugo y vinagre. • Cambia el color del azúcar y el caramelo.
- Máscara de gas.
- Eliminación de olores desagradables en la suela del zapato.
- Limpieza de aguas superficiales y pozos.
- Elimina el cloro libre en el agua potable. • Eliminación de ozono en agua potable.
- Remoción de minas de antracita y semazina.
- Elimina los malos olores y los productos de la industria alimentaria.
- Cambio de color en las industrias alimentaria, farmacéutica y química.
- Eliminación de HAP de los aceites vegetales. • Eliminación de dioxinas y depuración de emisiones y atmósfera.
- Eliminación de COE y recuperación de solventes en el manejo de aire y gas.
- Eliminación de compuestos inorgánicos mediante impregnación de carbón o catálisis con una gran superficie de carbón activado.

2.6.4. REGENERACIÓN DEL CARBÓN ACTIVO

“La viabilidad económica de la aplicación del carbón activado depende de la existencia de un medio eficaz para su regeneración y recuperación, una vez agotada su capacidad de adsorción. El carbón activo granular se regenera fácilmente por oxidación de la materia orgánica y su posterior eliminación de la superficie del carbón en un horno. En este proceso se destruye parte del carbón, entre un 5 y un 10%, y es necesario reemplazarlo por carbón nuevo o virgen. Es conveniente aclarar que la capacidad de adsorción del carbón regenerado es ligeramente inferior a la del carbón virgen.” (Saldarriaga, 2012)

2.7. TRATAMIENTOS DE AGUAS CON CARBÓN ACTIVADO.

El carbón activado se encuentra en estado sólido y tiene dos propiedades, por cual se convierte en útil para el proceso de descontaminación de aguas.

La propiedad inicial tiene como objetivo principal atrapar los contaminantes orgánicos de todo tipo, con una alta eficiencia que ayuda a dejar el agua prácticamente libre de compuestos contaminantes. La segunda propiedad se basa en la destrucción del cloro residual libre sin reaccionar después de que el compuesto ha realizado el proceso de desinfección. (Saldarriaga, 2012)

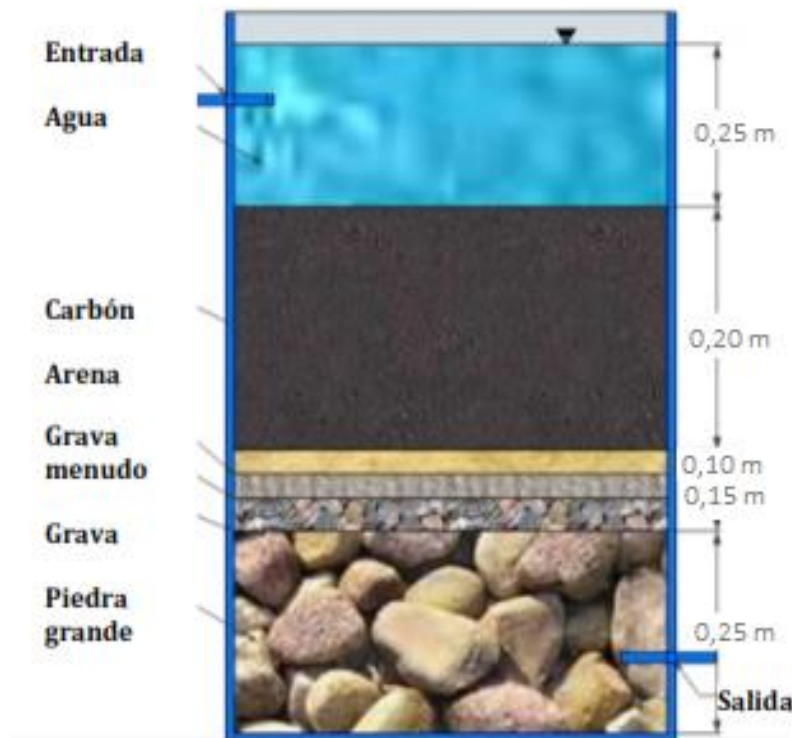
Estos procesos se han considerado durante muchos años una tecnología rentable y útil para mejorar la calidad del agua. Por eso, las industrias prácticamente necesitan agua potable y utilizan carbón activado porque es útil, económico y depurativo. (Saldarriaga, 2012)

El carbón activado se usa en la mayoría de plantas de procesamiento y se usa principalmente en caso de problemas de olor y sabor. La depuración del agua con carbón activado se produce porque alrededor de los últimos años se ha reconocido que existen pocos ríos, lagos y pozos cuyas aguas estén libres de contaminantes orgánicos sintéticos. (Saldarriaga, 2012)

2.8. FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO

El filtro de carbón activado tiene como función principal “la adsorción, lo que significa una interacción superficial entre las especies disueltas y el carbón, es diferente de absorción, lo que esencialmente significa tomar o tomar en.” (Hilbron, 2011).

Ilustración 6 Filtro de carbón activado.



Fuente: Aqsolutions, 2017.

En estos lugares se pueden adherir compuestos orgánicos solubles no problemáticos, así como una gran variedad de contaminantes peligrosos. Una cantidad mínima de la materia orgánica disuelta, presente en todas las aguas naturales y capaz de ocupar sitios en la superficie del carbón y así eliminar los contaminantes de interés. El filtro carbón activado mitiga este problema por medio de las técnicas de grava y filtro de arena, su función es eliminar una parte sustancial de materia orgánica disuelta en el agua. (Hilbron, 2011)

La gran superficie de carbón y su porosidad son los factores que proporcionan una gran cantidad de reactivos para que los compuestos se unan. Los compuestos orgánicos problemáticos no disueltos, así como los peligros específicos, pueden unirse a estos sitios reactivos.

La materia orgánica disuelta y que se presentan en las aguas naturales, están ubicadas en algún lugar en la superficie de carbón, excluye así los contaminantes de interés. Esta problemática en los filtros carbón se pueden evitar en nuestra investigación, mediante los procesos individuales de grava y arena, que actúan para

eliminar una fracción de materia orgánica en forma disuelta en el agua antes que llegue hacer contacto con el carbón. (Hilbron, 2011)

El punto esencial es conseguir un gran nivel del filtro de carbón activado en el tratamiento del agua, con la finalidad de mantener la composición del carbón en óptimo estado, para la disminución o eliminación de los compuestos contaminantes y problemáticos que se transportan a través de los tratamientos previos.

Ilustración 7 Filtro de carbón activado en campo.



Fuente: Infante, 2017.

2.9. ELABORACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO

“Para la elaboración de carbón activado se parte de materiales tales como las cortezas de almendros, nogales o palmeras, otras maderas y carbón mineral”. (Saldarriaga, 2012)

Carbones minerales:

- Antracitas
- Hulla bituminosa
- Lignito
- Turba

Carbones vegetales:

- Madera (Pino, Acacia)
- Residuos de madera
- Cáscara de coco

- Bagazo
- Huesos de frutas

El carbón activado rara vez se utiliza comercialmente, debido a su disponibilidad y rentabilidad, los productos de los que se obtiene tienen propiedades que cubren toda la gama de aplicaciones que puede tener el carbón activado.

La tabla número 5, representan “las principales materias primas y tecnologías de activación utilizados en la producción, así como la dureza y el tamaño de poro de los productos obtenidos.” (Saldarriaga, 2012)

Tabla 5 Materia prima del carbón activado.

MATERIA PRIMA	ACTIVACIÓN	DUREZA O RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	TAMAÑO DE POROS
MADERA DE PINO	DESHIDRATACIÓN QUÍMICA ¹	30-50	MACROPOROSO
MADERA DE PINO	TÉRMICA ²	40-60	MESOPOROSO
CARBÓN MINERAL BITUMINOSO	TÉRMICA ²	70-80	MESOPOROSO
CONCHA DE COCO	TÉRMICA ²	90-99	MICROPOROSO

Fuente: Saldarriaga, 2012.

Por medio del calentamiento del carbón, a unas temperaturas sumamente elevadas se expulsa los hidrocarburos, con una cantidad estable que permite mantener la combustión. Por consiguiente, y con el objetivo de realizar la activación del carbón, se expone a un gas oxidante a altas temperaturas. La función del gas es desarrollar una estructura porosa en el carbón natural, beneficiando la aparición de superficies internas.

Las propiedades superficiales del carbón son dadas en dependencia del material empleado y por medio del proceso de elaboración, de tal forma que obtendremos una gran cantidad de variaciones posible. La materia prima utilizada para fabricar carbón activado también puede afectar el tamaño de los poros y las propiedades de regeneración del carbón activado. Después de la activación, el carbón tiende a separarse o dividirse en diferentes escalas y con diferentes capacidades de adsorción. La clasificación de estos dos tipos de carbón activado es en polvo y granular. (Saldarriaga, 2012)

2.10. PROCESOS DE ACTIVACIÓN

El carbón activado resultante depende de dos etapas principales: carbonización de la materia prima y activación del producto de carbonización.

“En general, todos los materiales de carbón se pueden convertir en carbón activado, y las propiedades del producto final dependen de la naturaleza de las materias primas y del activador y de las condiciones del proceso de activación.” (Saldarriaga, 2012)

2.10.1. ACTIVACIÓN FÍSICA

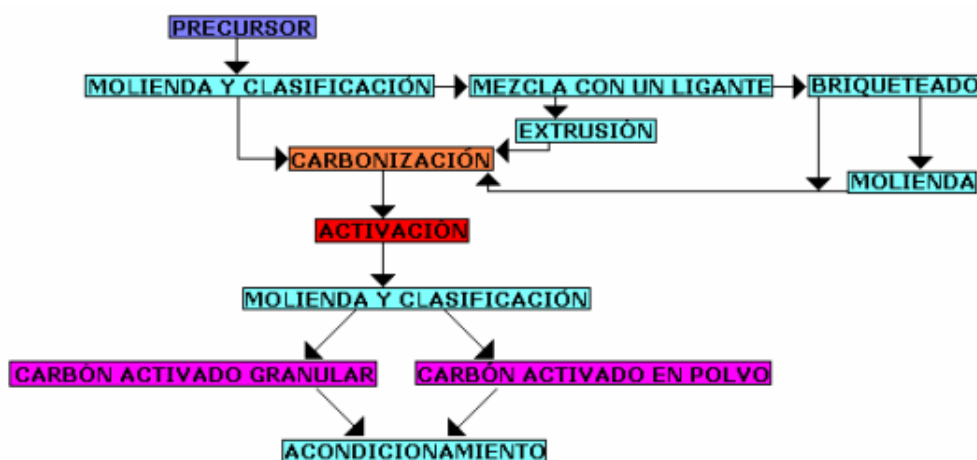
Este proceso comienza con un paso de carbonización, seguido de un secado y descomposición controlados, lo que conduce a una carbonización estable y una estructura porosa inicial, y la autoorganización del carbono en microestructuras, llamadas 'cristales de grafito'.

Hay espacios entre estos microcristales debido a su disposición irregular. Como resultado, el carbono producto de la carbonatación tiene solo una baja capacidad de adsorción, lo que aumenta esta capacidad a través de la activación.

La activación tiene lugar en un segundo paso a una temperatura de entre 800 y 1100 ° C en presencia de un agente oxidante como activador, posiblemente dióxido de carbono y vapor de agua.

La activación en sí puede ser un proceso completamente independiente o llevarse a cabo después del carbón. Los estimulantes más utilizados son: oxígeno (raramente a escala industrial), aire, vapor (más utilizado) y dióxido de carbono. (Saldarriaga, 2012)

Ilustración 8 Diagrama de activación térmica.



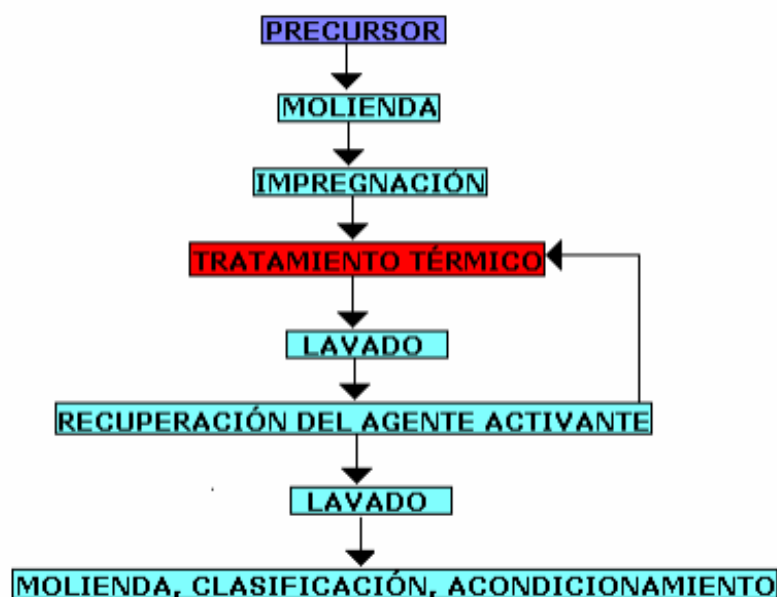
Fuente: Saldarriaga, 2012.

2.10.2. ACTIVACIÓN QUÍMICA

El proceso se lleva a cabo en un solo paso, calentando una mezcla del activador con el material de partida en una atmósfera inerte. Las sustancias más utilizadas son: ácido fosfórico (H_3PO_4), cloruro de zinc ($ZnCl_2$), ácido sulfúrico (H_2SO_4), aunque se utilizan sulfuro de potasio, tiocianato, calcio, cloruro de magnesio, hidróxidos de metales alcalinos y otros. Siempre depende de la materia prima utilizada y del tamaño de poro que se quiera tener más o menos. (Saldarriaga, 2012)

En cuanto al proceso de activación del carbono de forma química, podemos definir que esta basada en la deshidratación, con la utilización de sustancias químicas, a unas temperaturas que oscilan entre (400 - 600°C). Todo este proceso está en dependencia en la sustancia química a ser utilizada para la activación del carbón. Esta forma de activación se realiza por medio de un agente químico activante que hace reacción al precursor, este proceso suele tener lugar en la etapa de aumento de temperatura, no obstante, es de gran importancia tener en cuenta una etapa posterior de lavado del carbón para poder descartar los restantes del agente activado. En el sector comercial existen un sin número de compuestos que pueden utilizarse como estimulantes, pero los más utilizados industrialmente son el cloruro de zinc ($ZnCl_2$), el ácido fosfórico (H_3PO_4) y el hidróxido de potasio (KOH). (Saldarriaga, 2012)

Ilustración 9 Diagrama de activación química.



Fuente: Saldarriaga, 2012.

2.11. CARBÓN ACTIVADO GRANULAR

La función de absorción de los carbones se ajusta con efectividad, puede absorber selectivamente una gran cantidad de materiales orgánicos y ciertos materiales inorgánicos que completan con eficiencia la purificación del agua.

(GAC) es un producto que optimiza el proceso y reduce sus costos, los carbones activados de calidad están elaborados con carbón bituminoso, fabricado del mejor tipo de cascara de coco y carbón antracita, para sus aplicaciones en fase líquida y de vapor. Los carbones activados granulados están verificados exhaustivamente por laboratorios en las cuales realizan pruebas ambientales y de carbono certificados. (Hilbron, 2011)

Ilustración 10 Carbón activo granular.



Fuente: Sousa, 2010.

2.12. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

2.12.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

“El carbón activado se conforma con un amplio espectro de materiales que se diferencian fundamentalmente en su estructura y en su granulometría. Desde su composición química, el carbón activado puro es similar al igual de lo que es el diamante.” Posee la propiedad de adsorción. (Saldarriaga, 2012)

2.12.2. ESTRUCTURA FÍSICA

El carbón activado tiene una composición microcristalina algo similar al grafito. Esta estructura muestra que el carbón activado tiene una clara distribución del tamaño de los poros.

Así, se pueden distinguir tres tipos de poros según su radio: macroporos ($r > 25$ nm), mesoporos ($25 > r > 1$ nm) y microporos ($r < 1$ nm). (Saldarriaga, 2012)

Tabla 6 Propiedades físicas del carbón activado.

PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS /ESPECIFICACIONES

Densidad aparente:	Kg/l	0,55
pH:		9
Volumen de poro:	cm ³ /g	0,35
Ceniza:	%	3,3
Dureza:	%	90,5
Índice de yodo:	mg I ₂ /g C.A.	233
Color:		negro
Volátiles:	%	4,7
Humedad:	%	8
Carbón fijo:	%	92

Norma ASTM para CARBÓN ACTIVADO

Fuente: Yambay, 2020.

2.12.3. ADSORCIÓN Y ABSORCIÓN

“Cuando una sustancia se adhiere a una superficie se denomina adsorción, en cuyo caso la sustancia se adhiere a la superficie interna del carbón activado. Cuando se absorbe una sustancia, es un medio diferente, esto se llama adsorción. Cuando un gas se introduce en una solución, se denomina absorción.” (Saldarriaga, 2012)

2.12.4. ADSORCIÓN

“En términos generales el proceso de adsorción consiste en la captación de sustancias solubles presentes en la interfase de una solución, pudiendo constituirse dicha interfase entre un líquido y un gas, un sólido o entre dos líquidos diferentes.” (Saldarriaga, 2012)

El uso del término adsorción se debe a la dificultad de distinguir entre adsorción física y adsorción química, y se usa para describir el mecanismo por el cual la materia orgánica se une al GAC. El equilibrio se alcanza cuando las tasas de adsorción y desorción están en equilibrio, momento en el que se agota la capacidad de adsorción de carbono. La capacidad teórica de adsorción de un contaminante específico se puede determinar utilizando carbón activado calculando su temperatura de adsorción. (Saldarriaga, 2012)

Según el manual de carbón activo, 2016, “La cantidad de adsorbato que puede contener el adsorbente es función de las propiedades y la concentración del adsorbato y la temperatura. En general, la cantidad de materia adsorbida se determina en función de la concentración de temperatura constante y la función resultante se denomina isoterma de adsorción.”

2.12.4.1. Capacidad de adsorción de un carbón

La capacidad de adsorción de un carbono dado se puede estimar a partir de datos isotérmicos. Si se grafican los datos isotérmicos, obtenemos un gráfico como se muestra en la siguiente figura. A partir de este gráfico, la capacidad de adsorción de carbono se puede determinar extendiendo las isotermas hasta que se cruza con la línea vertical trazada en el punto correspondiente a la concentración inicial C_0 . El valor C_0 (x / m) correspondiente a este punto del eje y se puede leer en el gráfico.

El valor C_0 (x / m) representa la cantidad de material adsorbido por unidad de peso de carbón activado cuando se alcanza el punto de equilibrio con la concentración inicial del componente. Esta condición debe cumplirse en la parte superior de la capa de carbón correspondiente al tratamiento de la columna de contacto y, por lo tanto, representa la capacidad final de adsorción de carbón de un componente en particular.

2.12.4.2. Factores que influyen en la adsorción de compuestos presentes en el agua.

- El tipo de compuesto que desea eliminar. Los compuestos con mayor peso molecular y menor solubilidad son más fáciles de absorber.
- La concentración del compuesto que desea eliminar. Cuanto mayor sea la concentración, mayor será el contenido de carbono.
- La presencia de otros compuestos orgánicos competirá con otros compuestos en los sitios de adsorción disponibles.
- pH del agua. Por ejemplo, los compuestos ácidos se pueden eliminar más fácilmente a un pH más bajo.

Tabla 7 Compuestos con muy alta probabilidad de eliminación.

Alacloro	Desetilatraccina	Malation
Aldrin	Demeton-O	MCPA
Antraceno	Di-n-butilftalato	Mecoprop
Antraccina	1,2-Diclorobenceno	Me tazaclor
Azinfos-etil	1,3-Diclorobenceno	2-Metilbencenamina
Bentazona	1,4-Diclorobenceno	Metilnaftaleno
Bifenil	2,4-Diclorocresol	2-Metilbutano
2,2-bipiridina	2,5-Diclorofenol	Monuron
Bis(2-etilexil)Ftalato	3,6-Diclorofenol	Naftaleno
Bromacil	2,4-Diclorofenoxi	Nitrobencceno
Bromodichlorometano	Dieldrin	m-Nitrofenol
p-Bromofenol	Die tilftalato	o-Nitrofenol
Butilbenceno	2,4-Dinitrocresol	p-Nitrofenol
Hipoclorito de calcio	2,4-Dinitrotolueno	Ozono
Carbofurano	2,6-Dinitrotolueno	Paration
Cloro	Diuron	Pentaclorofenol
Dióxido de cloro	Endosulfan	Propaccina
Clorobenceno	Endrin	Simaccina
4-Cloro-2-nitrotolueno	Etilbenceno	Te rbutrin
2-Clorofenol	Hezaclorobenceno	Tetracloroetileno
Clorotolueno	Hezaclorobutadieno	Triclopír
Criseno	Hexano	1,3,5-Trilmetilbenceno
m-Cresol	Isodrin	m-Xileno
Cinaccina	Isooctano	o-Xileno
Diclohcxano	Isoproturon	p-Xileno
DDT	Lindano	2,4-Xileno
Deisopropiltatraccina	Linuron	

Fuente: Saldarriaga, 2012.

Tabla 8 Compuesto con probabilidad moderada de ser eliminada.

Ácido acético	Dimetoato	Metionina
Acilamida	Etil acetato	Metil-tert-butil éter
Cloroetano	Etil éter	Metil etil ketona
Cloroformo	Freón 11	Piridina
1,1-Dicloroetano	Freón 113	1,1,2-Tricloroetano
1,2-Dicloroetano	Freón 12	Cloruro de vinilo
1,3-Dicloropropeno	Glifosato	
Dikegulac	Imazipur	

Fuente: Saldarriaga, 2012.

Tabla 9 Compuesto cuya eliminación no es probable.

Acetona	Cloruro de metileno
Acetonitrilo	1-Propanol
Acrilonitrilo	Propionitrilo
Dimetilformaldehido	Propileno
1,4-Dioxano	Tetrahidrofurano
Isopropil alcohol	Urea
Cloruro de metilo	

Fuente: Saldarriaga, 2012

2.13. LIMITE MÁXIMOS PERMITIDOS

Presenta los requisitos de calidad del agua potable especificados dentro límite de vertido de agua según los conocimientos científicos y tecnológicos actuales apto para el consumo humano. Para verificar el cumplimiento, el resultado debe ser analizado con numero de cifras significativas establecidas en los requisitos de la norma aplicando las reglas de redondeo.

Tabla 10 Limites de características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas.

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicas		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ ⁻	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ ⁻	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04
¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰ Po, ²²⁴ Ra, ²²⁶ Ra, ²³² Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁹ Pu ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ²¹⁰ Pb, ²²⁸ Ra		

Fuente: Norma INEN, 2014.

Tabla 11 Límites microbiológicos.

	Máximo
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm ³ ó 10 tubos de 10 cm ³ ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	

Fuente: Norma INEN, 2014.

2.13.1. LIMITE PERMISIBLE DE COLIFORMES FECALES

Debido a la pequeña superficie del filtro, solo puede crecer un número limitado de colonias: el número óptimo es entre 20 y 80, hasta un máximo de 200. Si se supera este número, pueden producirse colonias atípicas. Pueden formarse colonias muy pequeñas o superpuestas, que de lo contrario puede conducir a un retraso en el crecimiento debido al hacinamiento. La elección del volumen del filtro depende del tipo de agua. (OMS, 1998)

2.14. MALLA DE POLIETILENO

El HDPE es el polímero sintético con mayor producción alrededor del mundo. Es incoloro, inodoro, atóxico y obtenido a baja presión. Este polímero pertenece a la clase de polímeros lineales no ramificados y es menos flexible que el LDPE, aunque es cuatro veces más fuerte, rígido y menos permeable. Por su composición física y química, tiene muy buena resistencia a influencias y productos químicos. (QuimiNet, 2006)

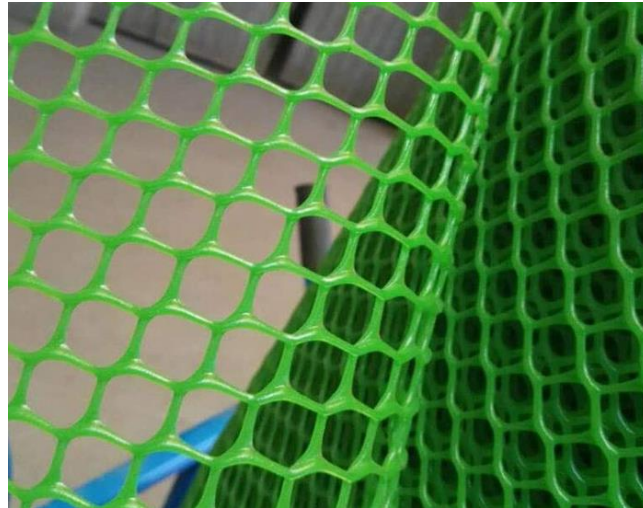
El HDPE, cuando se recicla, es bastante estable en calidad y el proceso de reciclaje es mecánico. Puede ser reutilizar únicamente mediante procesos de extrusión, y cuando se presenta en piezas de gran tamaño se utiliza el moldeo por inyección.

Entre las características principales del HDPE tenemos:

- Gran resistencia al impacto.
- Es un material ligero.
- Es flexible incluso a bajas temperaturas.
- Alta resistencia química y térmica.

- Resistente a los ácidos.
- Resistente al agua a 100 ° C

Ilustración 11 Malla de polipropileno.



Fuente: Montejo, 2010.

2.14.1. USO DE LA MALLA DE POLIETILENO EN EL FILTRO

La malla de polipropileno utilizada en la protección del filtro de carbón activado teniendo como principal característica de no producir contaminantes al contacto con el agua y no degradarse con el paso del tiempo, es utilizada en diferentes campos en la presente investigación su propósito es proteger al filtro de la entrada de vegetación, madera, insectos entre otros.

Fotografía N° 1 Malla de polipropileno, evitando el paso de vegetación.



Fuente: Elaboración propia.

2.15. TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS

2.15.1. TOMA DE MUESTRAS

- Etiquetación de viales, escribir el código de la estación, fecha y hora exactas para el muestreo.
- Es fundamental que la toma de muestras se realice en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico, se toma primero aguas abajo y después aguas arriba.
- La muestra debe ser tomada del área central del río o de un área con agua corriente pero no turbulenta.
- Evite manipular el agua de la orilla del río, ya que el agua no se ha mezclado completamente con ella y puede verse afectada por la evaporación o la contaminación.
- Utilizar guantes de goma y una mascarilla si es necesario (agua residual).
- En el caso de caudales con grandes características, solo una muestra por cubo se deberá tomar una única muestra en un balde (enjuagando 3 veces), suficiente para poder llenar los recipientes de muestras.
- Lavar tres veces los recipientes antes de tomar la muestra, a excepción de muestras con sustancias contaminantes.
- Para el análisis general, DBO5 y minerales, la muestra se toma al ras.
- Para análisis biológicos, se abre la tapa y se llena 3/4 de la botella y se cubre con agua.
- Conserve las muestras si es necesario.
- Coloque las muestras cubiertos en un cooler con bolsas de hielo o hielo a la sombra durante la recolección y transporte al laboratorio.

Fotografía N° 2 Toma de muestra.



Fuente: Elaboración propia.

2.15.2. PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA

El propósito de la conservación es retrasar los cambios químicos y biológicos que persisten después de que la muestra se retira de la fuente. Cuanto más precisos sean los resultados del análisis, menor será el tiempo transcurrido desde el muestreo hasta el análisis. Los métodos de almacenamiento incluyen las siguientes actividades: control del pH, adición de reactivos, enfriamiento y otras actividades que ayudan a: retrasar la actividad biológica, retrasar la hidrólisis de compuestos químicos, reducir la evaporación de componentes y reducir el efecto de absorción. (Saenz, 2009)

Fotografía N° 3 Cooler y hielo para preservar la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

2.15.3. TRANSPORTE Y ENTREGA DE LA MUESTRA AL LABORATORIO

Al almacenar las muestras, asegurarse de cerrar bien los recipientes para evitar posibles derrames. Las muestras deben enviarse al Laboratorio donde se realizarán los análisis e identificarse correctamente. Las muestras deben enviarse al laboratorio lo antes posible después de la recolección, en un plazo máximo de 24 horas. (Saenz, 2009)

CAPITULO 3 METODOLOGÍA

3.1. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1.1. TÉCNICA

3.1.1.1. Ubicación del filtro de carbón activado

Se hace un recorrido por el río aguas arriba del tanque principal de bombeo de la comunidad Esfuerzo 1, hasta encontrar el tanque de captación y tener una pendiente adecuada para la colocación del filtro de carbón activado. Para esta investigación, el filtro se colocará en la siguiente coordenada:

N: -1.496187

E: -77.985795

3.2. PROCEDIMIENTOS

- Elaboración de filtro, se realiza la perforación en la parte superior de un tanque de 2 pulgadas para permitir la entrada y salida del agua, adicional a este material, es fundamental la instalación de adaptadores macho PVC de 63 mm a 2 pulgadas para colocar la tubería de entrada de agua cruda y salida de agua tratada.
- Toma de muestra: para la toma de muestras es fundamental visitar a un miembro de la comunidad que nos aporte con una cantidad de agua suficiente para ser evaluada, marcando de tal forma datos claros y exactos de la calidad de agua que consumen post la instalación del filtro de carbón activado.

Fotografía N° 4 Toma de muestra antes de instalar el filtro.



Fuente: Elaboración propia.

- Toma de muestra de vertiente, en este punto es fundamental tener en claro la vertiente a analizar, se delimita la vertiente del rio Arajuno y una siguiente que es el tanque de captación, para obtener datos comparativos que permitan identificar cual es el trayecto con un alto nivel de contaminación.
- Transporte, cuando nos referimos a transporte, es importante tener en cuenta que las zonas de captación de agua se encuentran fuera de las vías carrozables, es indispensable contar con apoyo humano para evitar el desperfecto de cualquier material y equipo.
- Determinar lugar de ubicación, es necesario tener en cuenta la topografía del lugar para la ubicación del filtro de carbón activado ya que de ello dependerá que el proceso de suministro de agua no se corte o se obstaculice, permitiendo de una forma eficiente la entrada y salida de agua.

Fotografía N° 5 Instalación del filtro en el lugar adecuado.



Fuente: Elaboración Propia.

- Establecer la primera capa, luego de haber realizado la instalación de los accesorios, se ubicará la primera capa en el filtro, la misma que está conformada por piedra grande, para evitar que la grava y la arena se acumule en el fondo, evitando que se obstaculice el paso de agua o salga agua con residuos del filtro.

Fotografía N° 6 Establecer capa de piedra.



Fuente: Elaboración propia.

Establecer la segunda capa, después de haber ubicado la piedra, se añadirá grava en el filtro, la finalidad de este material es impedir el paso de la arena gruesa, del carbón activado y de los residuos de gran tamaño que puedan ser transportados por medio del agua cruda antes de ser tratada.

Fotografía N° 7 Implementación de grava en el filtro.



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso es ubicar arena gruesa, de modo que sea la tercera capa del filtro en conjunto con el carbón activado, la grava filtrará el agua, reteniendo en gran parte los factores contaminantes que provienen del agua cruda.

Fotografía N° 8 Ubicación y distribución de arena gruesa.



Fuente: Elaboración propia.

La fase final de la construcción del filtro, está constituida para la implementación de una capa de carbón activado, la misma está en contacto con el agua al llegar al tanque de captación para ser realizado su tratamiento.

Fotografía N° 9 Implementación de carbón activado granular.



Fuente: Elaboración propia.

Realizar una prueba antes de ser conectada a la red principal observando la entrada y salida del agua, observar la fuerza que tiene la salida del agua la cual será conducida al tanque reservorio para ser bombeado a la comunidad.

Fotografía N° 10 Prueba del filtro antes de conectar a la red principal.



Fuente: Elaboración propia.

Conectar la salida de agua del filtro a la red principal que conducirá el agua tratada al tanque reservorio para ser bombeada.

Fotografía N° 11 Instalar la tubería de entrada y salida de agua.



Fuente: Elaboración propia.

Implementación de la malla de polipropileno para evitar el contacto del agua en el filtro con vegetación producida de los árboles existentes alrededor del filtro.

Fotografía N° 12 Implantación de malla de polipropileno.



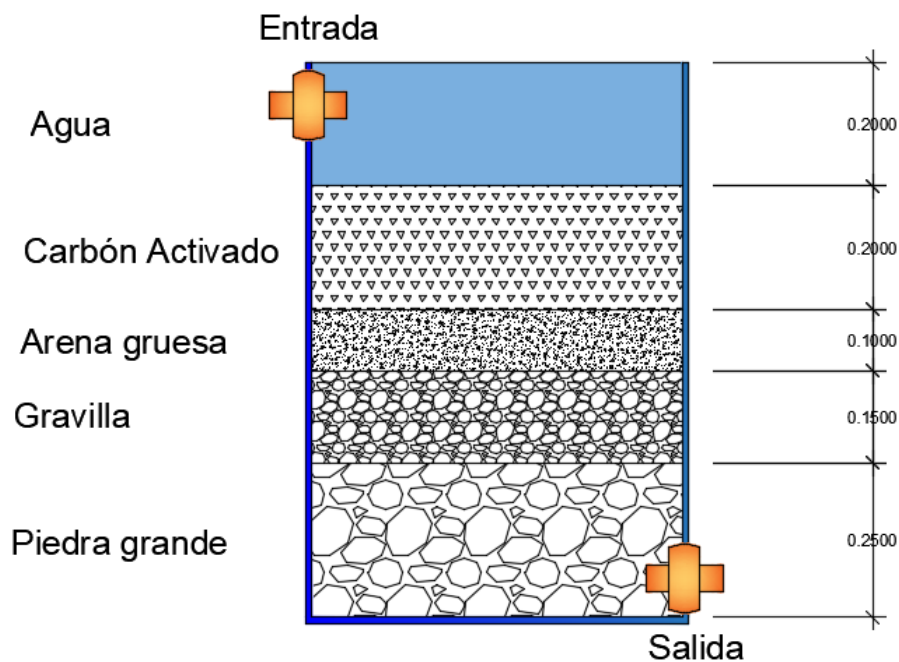
Fuente: Elaboración propia.

3.3. PERFIL DE FILTROS

Según Infante (2017), describe en su tesis de investigación “Carbón activo granular, en la mejora de la calidad de agua potable” utiliza medidas especificados por Aqueous solutions, 2017, para esta presente investigación se modificará las medidas de las capas los cuales serán descritos a continuación:

- Piedra grande 25 cm
- Gravilla 15 cm
- Arena gruesa 10 cm
- Carbón activado 20 cm

Ilustración 12 Implantación de malla de polipropileno.



Fuente: Elaboración propia.

3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. COLIFORMES TOTALES

Tabla 12 Técnica de Recolección de datos para Coliformes Totales.

Ensayo	Fuente	Análisis	Instrumento
Coliformes totales	Muestra obtenida en campo	Análisis en Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano	Protocolo establecido por la Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano

Fuente: Infante, 2017.

3.4.2. COLIFORMES FECALES

Tabla 13 Técnica de recolección de datos para coliformes fecales.

Ensayo	Fuente	Análisis	Instrumento
Coliformes Fecales	Muestra obtenida en campo	Análisis en Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano	Protocolo establecido por la Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano

Fuente: Infante, 2017.

3.4.3. COLOR

Tabla 14 Técnica de recolección de datos para ensayo de color.

Ensayo	Fuente	Análisis	Instrumento
Color	Muestra obtenida en campo	Análisis en Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano	Protocolo establecido por la Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano

Fuente: Infante, 2017.

3.4.4. TURBIEDAD

Tabla 15 Técnica de recolección de datos para ensayo de turbiedad.

Ensayo	Fuente	Análisis	Instrumento
Turbiedad	Muestra obtenida en campo	Análisis en Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano	Protocolo establecido por la Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano

Fuente: Infante, 2017.

3.4.5. pH (POTENCIAL DE HIDROGENO)

Tabla 16 Técnica de recolección de datos para ensayo de pH (Potencial hidrogeno).

Ensayo	Fuente	Análisis	Instrumento
pH	Muestra obtenida en campo	Análisis en Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano	Protocolo establecido por la Unidad de control de Calidad de agua para consumo humano

Fuente: Infante, 2017.

CAPITULO 4 RESULTADOS

4.1. RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL INFORME DE LA UNIDAD DE CONTROL DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO.

4.1.1 RESULTADO MUESTRA 1 (LLAVE DE AGUA)

En la tabla N° 17 se exponen los resultados obtenidos de los análisis de agua cruda en el primer punto que es la llave de agua de una vivienda ubicada en la comunidad Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de agosto del cantón Puyo, Provincia de Pastaza.

Tabla 17 Resultados físico-químicos y microbiológico-llave de agua.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
pH	Unidades	6,5-8,5	8,03
Color	Pt-Co	15	0
Turbiedad	U.N.T	5	0,25
Temperatura	°C		23,2
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	101,1
Conductividad	µS/cm		90,7
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
Hierro Total	Fe^{3+}	0,3	0,06
Cromo	Cr^{6+}	0,05	0,071
Fosfato	PO_4^{3-}	0,3	0,73
Nitrato	NO_3^-	50	0,4
Nitritos	NO_2^-	3	0,013
Cloro Libre	Cl^-	0,3-1,5	--
Manganeso	mg/l	0,4	0,031
Flúor	mg/l	1,5	<1
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C	Ausencia	1011,2
COLIFORMES FECALES	U.F.C	Ausencia	81,3

Fuente: Unidad de Control de Calidad de Agua, 2021.

4.1.2. RESULTADO MUESTRA 2 (VERTIENTE)

En la tabla N° 18 se exponen los resultados obtenidos de los análisis de agua cruda en el segundo punto que es la vertiente del río Arajuno ubicada en la comunidad Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de agosto del cantón Puyo, Provincia de Pastaza.

Tabla 18 Resultados físico-químicos y microbiológico – vertiente.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
pH	Unidades	6,5-8,5	8,56
Color	Pt-Co	15	1
Turbiedad	U.N.T	5	0,43
Temperatura	°C		23,1
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	52,7
Conductividad	μS/cm		29,3
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
Hierro Total	Fe^{2+}	0,3	0,07
Cromo	Cr^{6+}	0,05	0,061
Fosfato	PO_4^{3-}	0,3	0,34
Nitrato	NO_3^-	50	0,3
Nitritos	NO_2^-	3	0,007
Cloro Libre	Cl^-	0,3-1,5	--
Manganeso	mg/l	0,4	0,035
Flúor	mg/l	1,5	<1
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C	Ausencia	1011,2
COLIFORMES FECALES	U.F.C	Ausencia	99,1

Fuente: Unidad de Control de Calidad de Agua, 2021.

4.1.3. RESULTADO MUESTRA 3 (CAPTACIÓN)

En la tabla N° 19 se exponen los resultados obtenidos de los análisis de agua cruda en el tercer punto que es la captación del río Arajuno ubicada en la comunidad Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de agosto del cantón Puyo, Provincia de Pastaza.

Tabla 19 Resultados físico-químicos y microbiológico – captación.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
pH	Unidades	6,5-8,5	8,61
Color	Pt-Co	15	8
Turbiedad	U.N.T	5	3,1
Temperatura	°C		23,2
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	135,1
Conductividad	μS/cm		120,5
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
Hierro Total	Fe^{3+}	0,3	0,07
Cromo	Cr^{6+}	0,05	0,071
Fosfato	PO_4^{3-}	0,3	0,56
Nitrato	NO_3^-	50	0,5
Nitritos	NO_2^-	3	0,009
Cloro Libre	Cl^-	0,3-1,5	--
Manganeso	mg/l	0,4	0,225
Flúor	mg/l	1,5	<1

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C	Ausencia	1011,2
COLIFORMES FECALES	U.F.C	Ausencia	75,4

Fuente: Unidad de Control de Calidad de Agua, 2021.

4.1.4. RESULTADOS AGUA TRATADA

En la tabla N° 20 muestran los resultados obtenidos durante 3 semanas (1 día por semana) después de haber implantado el filtro de carbón activado en la comunidad Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de agosto del cantón Puyo, Provincia de Pastaza.

Tabla 20 Resultados físico-químicos y microbiológico – 1 por semana.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS							
PARÁMETRO	LIMITE PERMISIBLE (mg/L)	Agua Cruda			Agua Tratada		
		Vertiente	Llave de agua	Captación	Semana 1	Semana 2	Semana 3
pH	6,5-8,5	8,56	8,07	8,61	7,98	7,9	8,27
Color	15	1	1	8	1	0	4
Turbiedad	5	0,43	0,34	3,1	0,9	0,82	3,62
Temperatura		23,1	23,3	23,2	22,1	20,1	19,9
Solidos Totales Disueltos	1000	52,7	71,2	135,1	49,6	34,1	43,7
Conductividad		29,3	41,5	120,5	28,1	25,2	27,1

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS							
PARÁMETRO	LIMITE PERMISIBLE	Agua Cruda			Agua Tratada		
		Vertiente	Llave de agua	Captación	Semana 1 (mg/L)	Semana 2 (mg/L)	Semana 3 (mg/L)
Hierro Total	0,3	0,07	0,05	0,07	0,11	0,07	0,06
Cromo	0,05	0,061	0,042	0,071	0,003	0,003	0,006
Fosfato	0,3	0,34	0,19	0,56	0,29	0,35	0,32
Nitrato	50	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6
Nitritos	3	0,007	0,007	0,009	0,014	0,018	0,013
Cloro Libre	0,3-1,5	--	--	--	--	--	--
Manganeso	0,4	0,035	0,037	0,225	0,032	0,031	0,036
Flúor	1,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

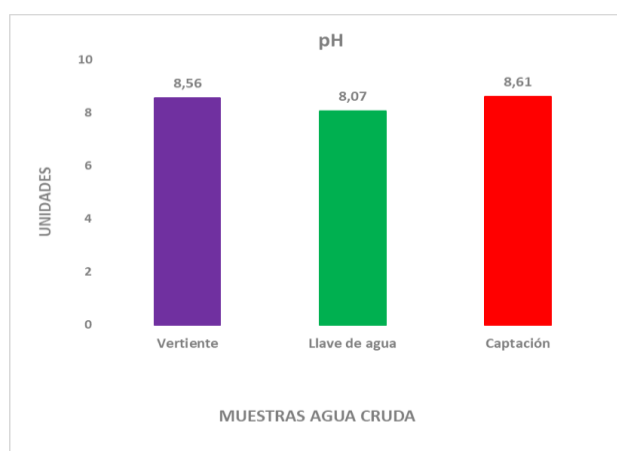
PARÁMETRO	LIMITE PERMISIBLE	Agua Cruda			Agua Tratada		
		Vertiente	Llave de agua	Captación	Semana 1	Semana 2	Semana 3
COLIFORMES TOTALES	Ausencia	1011,2	1011,2	1011,2	960,6	1011,2	1011,2
COLIFORMES FECALES	Ausencia	99,1	81,3	75,4	63,8	62,2	40,8

Fuente: Unidad de Control de Calidad de Agua, 2021.

4.2. RESULTADOS DE PH DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE GRÁFICOS DE COLUMNAS.

4.2.1. RESULTADOS – PH

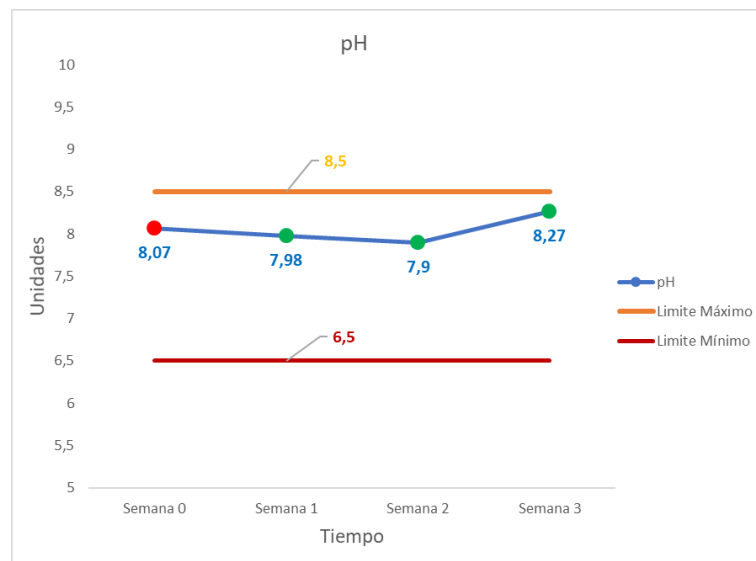
Ilustración 13 Resultados de pH - agua cruda.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la ilustración 13, se establece un estudio específico sobre el pH del agua cruda, las muestras se obtienen de diferentes márgenes de recolección, (vertiente, llave de agua, captación), teniendo en cuenta los resultados se plantea como muestra inicial de estudio el pH 8,07 U, es el valor referencial del agua que se obtiene de la llave, la misma que se utilizada para el consumo humano.

Ilustración 14 Resultados de pH.



Fuente: Elaboración propia.

La ilustración 14, plantea los cambios obtenidos por medio de la incorporación del filtro de carbón activado, teniendo una variabilidad entre las tres semanas de estudio y la muestra. Partiendo con un pH de 8,07 U, como muestra inicial, durante la semana 1 de aplicación del filtro se obtiene una variación del pH del 8,07 U a 7,98 U, manteniendo un pH neutral.

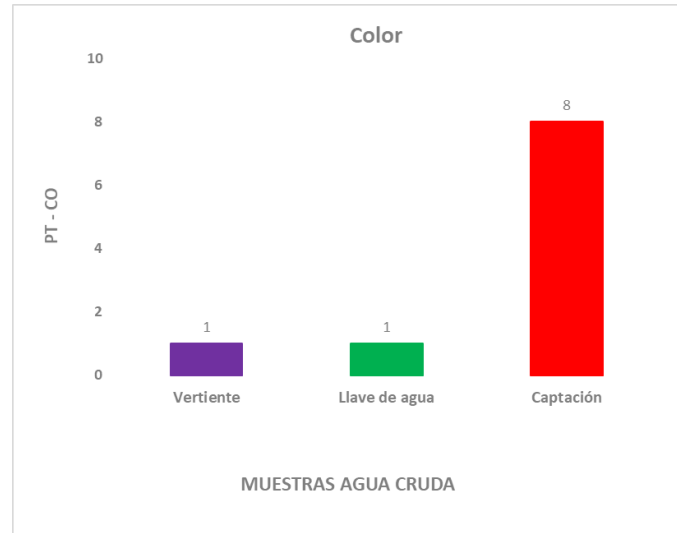
La semana 2, se extrae un pH de 7,9 U, existiendo poca o nula significatividad entre la semana 1 y la semana 2, ya que los dos valores se encuentran dentro del parámetro neutral.

Semana 3, establece un pH de 8,27 U, de tal manera se puede expresar por medio de la figura 27 que existen cambios de pH, en la semana 2 se mantiene un pH neutral y para la semana 3 se obtiene un pH ligeramente alcalino, los valores del agua en tratamiento durante las tres semanas, nos aportan una media en cuanto al pH de 8,05 U, la misma que se encuentra dentro de los límites permisibles del pH en el agua para el consumo humano.

4.3. RESULTADOS DE COLOR DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE GRÁFICOS DE COLUMNAS

4.3.1. RESULTADOS – COLOR

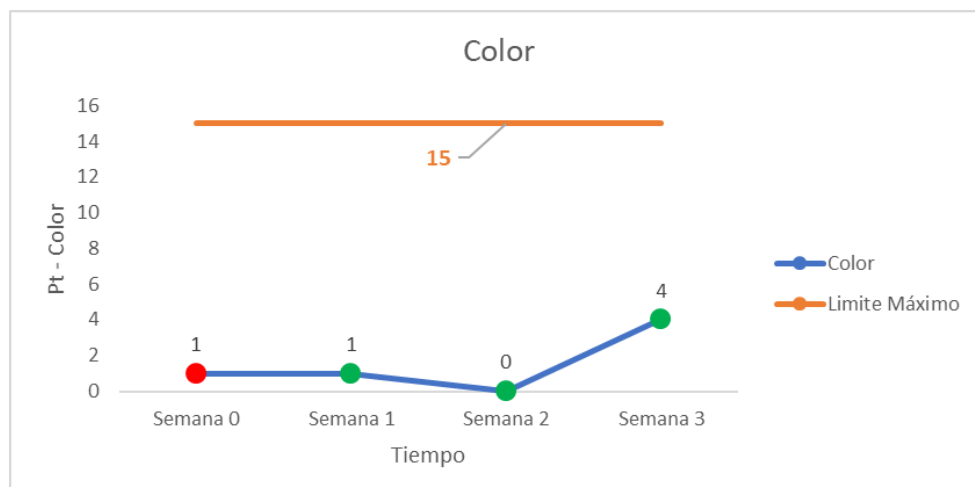
Ilustración 15 Resultados de color - agua cruda.



Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración N° 15 se observa los resultados referentes al color del agua que se obtuvo mediante el estudio de las muestras de diferentes lugares, tales como, vertiente, llave de agua, y la captación de agua, de la comunidad el Esfuerzo 1 en la cual se establece parámetros iniciales de estudio, para la verificación de cambios en la unidad de estudio.

Ilustración 16 Resultados de color.



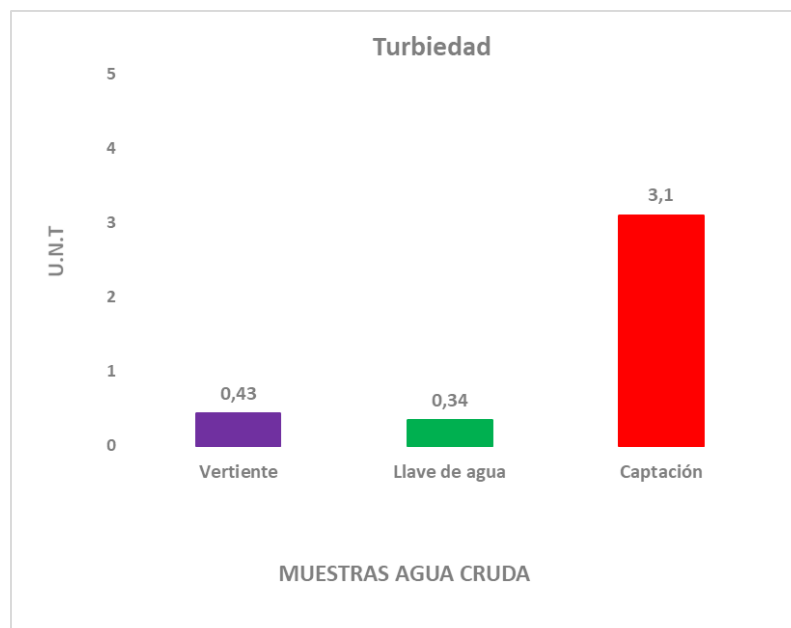
Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración N 16, se analiza el color del agua cruda y su variación después de implementar el filtro de tratamiento durante las tres semanas de estudio, obteniendo los siguientes datos: de la muestra inicial a la semana 1, se expresa que se existe una estabilidad del mismo color, para la semana 2 existe una variabilidad de color ya que la semana 1 mantiene 1Pt.Co, pero la semana 2 desciende a 0 Pt-Co, el mismo que es un valor favorable en los índices de color. En la semana tres existe un ascenso brusco en referencia a las anteriores semanas obteniendo el siguiente valor 4 Pt-Co, este cambio se da debido a las condiciones climáticas de la zona, por su excesiva lluvia, dando paso a la erosión del suelo y contaminación del agua, estos parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la norma NTE INEN 1108.

4.5. RESULTADOS DE TURBIEDAD DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE GRÁFICOS DE COLUMNAS

4.5.1. RESULTADOS – TURBIEDAD

Ilustración 17 Resultados de turbiedad – agua cruda.

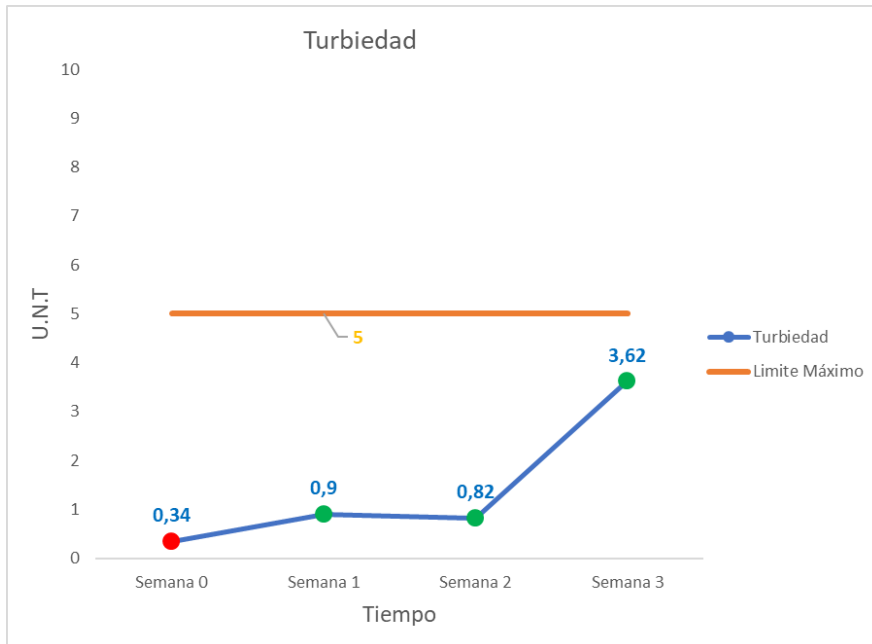


Fuente: Elaboración propia.

La ilustración N° 17 nos permite identificar la turbiedad del agua es decir la transparencia, de acuerdo a las muestras obtenidas se puede diferenciar el grado de transparencia que pierde el agua por partículas suspendidas en la superficie. Para la presente investigación se utilizó como línea base los valores

de la llave de agua, ya que nos permiten obtener datos exactos en cuanto a la calidad del agua que se consume.

Ilustración 18 Resultados de turbiedad.



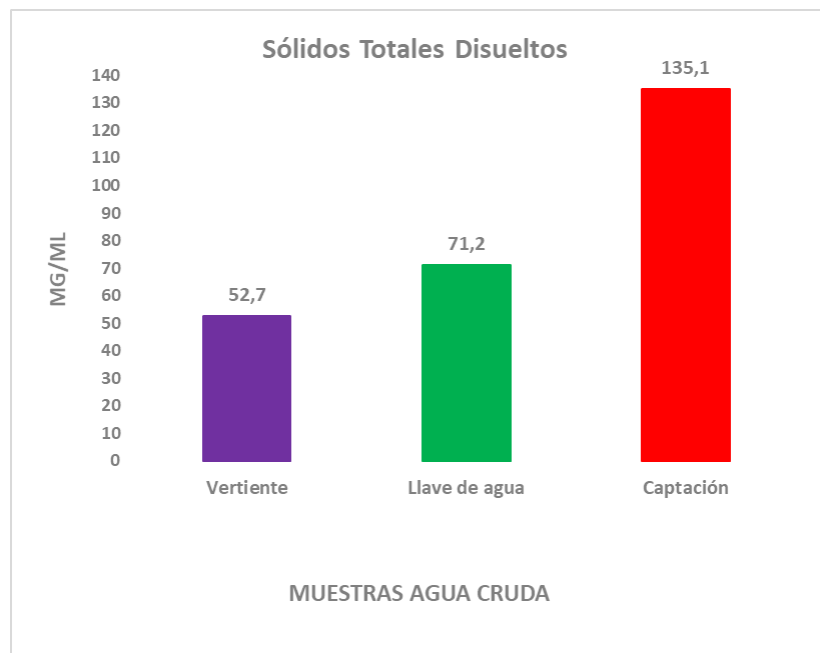
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la ilustración N° 18, se determina los cambios de turbiedad del agua cruda y el agua tratada durante la fase de investigación que comprenden tres semanas de estudio, se inicia con una transparencia de agua del 0,34 Unidad nefelométrica de turbidez, para la semana 1 se obtiene un valor de 0,9 U.N.T, determinando que existe un ascenso de solidos suspendidos que impiden una buena transparencia del agua, por ende para las semanas 2 y 3 el ascenso continua, por los factores climáticos, estos valores mantienen una media de 1,78 U.N.T, los mismos que se encuentran dentro del rango permisible que es de 5 U.N.T.

4.6. RESULTADOS DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE GRÁFICOS DE COLUMNAS

4.6.1. RESULTADOS – SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

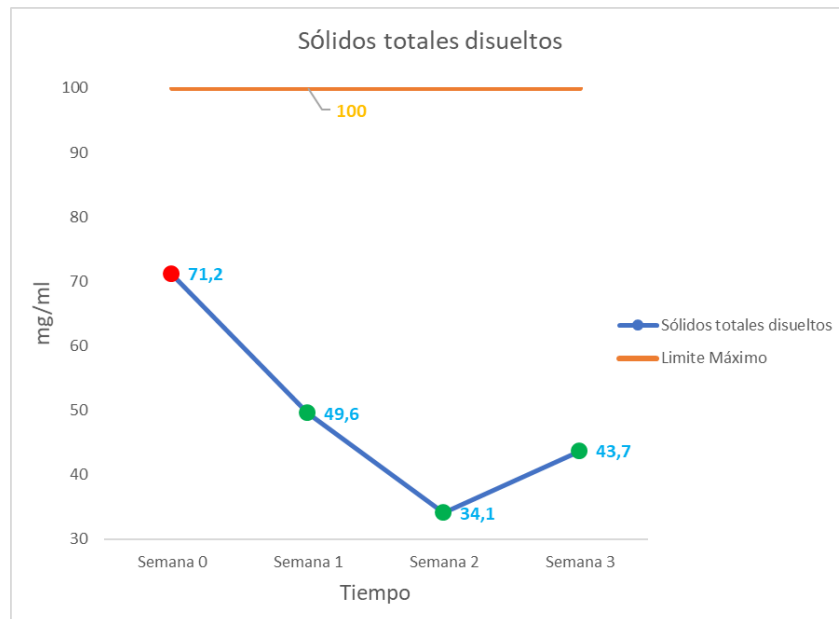
Ilustración 19 Resultados de sólidos totales disueltos - agua cruda.



Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración N° 19 se observa los resultados que se obtuvieron durante la recolección de muestras 1 día por semana durante 3 semanas, de las muestras tomadas antes de la instalación del filtro de carbón activado granular en la comunidad Esfuerzo 1 obteniendo los siguientes valores: 52.7 mg/L en vertiente, 71.2 mg/L en la llave de agua y 135.1 mg/L en la captación, 49.6 mg/L en la primera semana, 34.1 mg/L en la segunda semana y 43.7 mg/L en la tercera semana.

Ilustración 20 Resultados de sólidos totales disueltos.

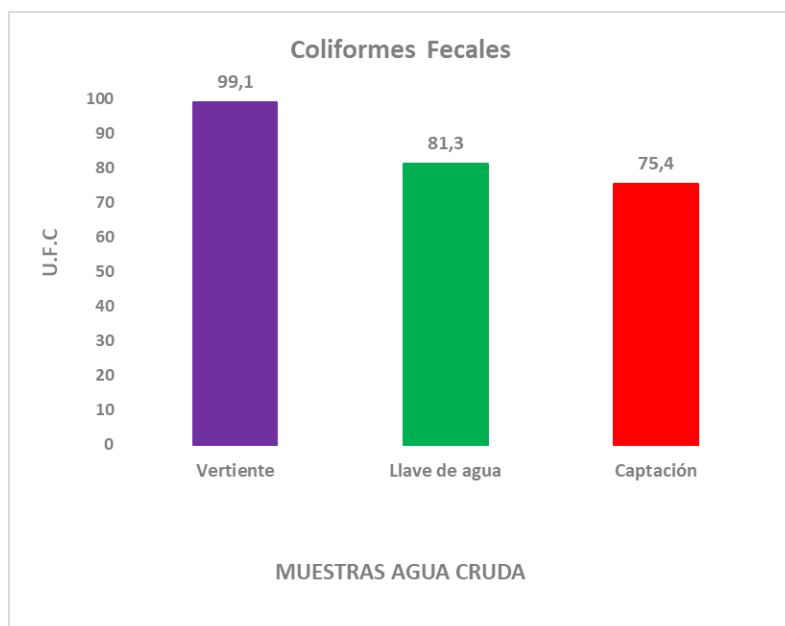


Fuente: Elaboración propia.

4.7. RESULTADOS DE COLIFORMES FECALES DE LA UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

4.7.1. RESULTADOS – COLIFORMES FECALES

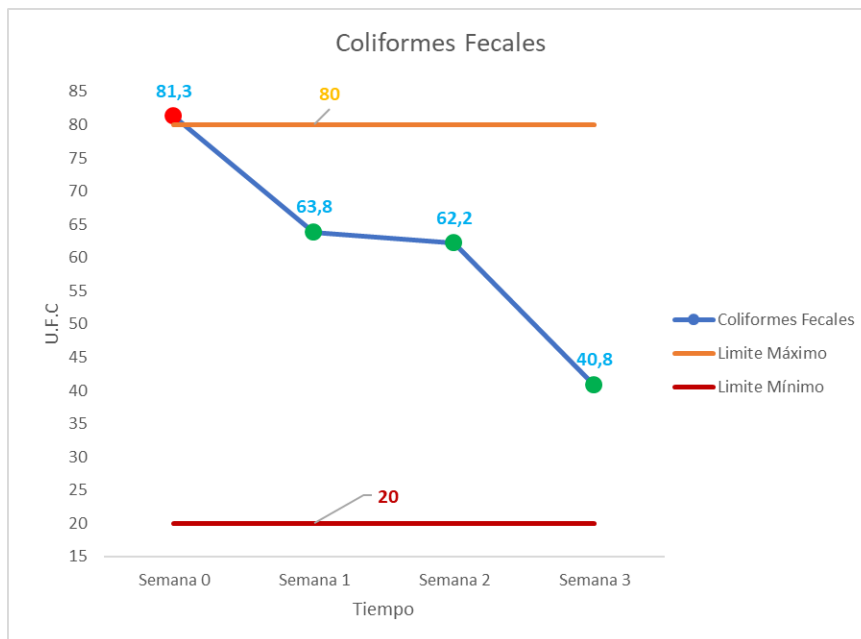
Ilustración 21 Resultados de coliformes fecales - agua cruda.



Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración N° 21 se observa los resultados que se obtuvieron durante la recolección de muestras 1 día por semana durante 3 semanas, de las muestras tomadas antes de la instalación del filtro de carbón activado granular en la comunidad Esfuerzo 1 obteniendo los siguientes valores: 99.1 U.F.C en vertiente, 81.3 U.F.C en la llave de agua y 75.4 U.F.C en la captación, 63.8 U.F.C en la primera semana, 62.2 U.F.C en la segunda semana y 40.8 U.F.C en la tercera semana.

Ilustración 22 Resultados de coliformes fecales.



Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO 5 DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS, PORCENTAJES DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

5.1.1. PORCENTAJE – LLAVE DE AGUA

En la tabla N° 21 muestran los resultados en porcentajes obtenidos en los muestreos en comparación a la llave de agua, durante 3 semanas y recolectando las muestras 1 día por semana en la comunidad Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de agosto.

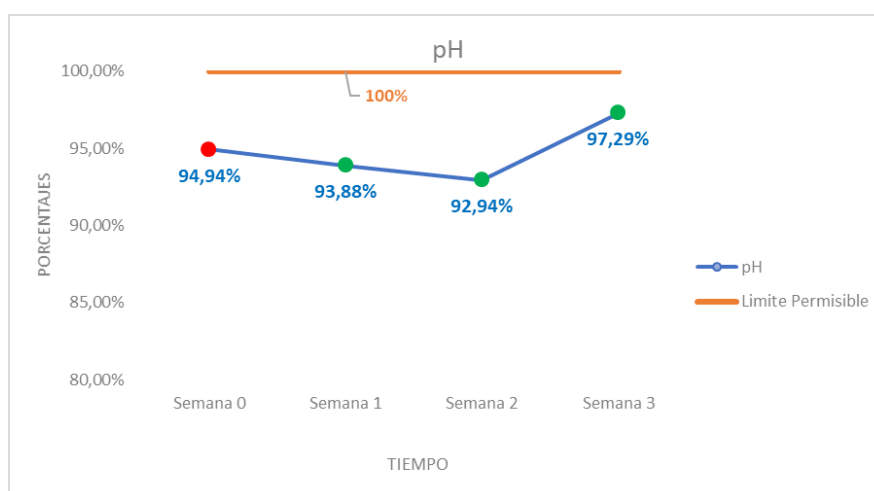
Tabla 21 Resultados físico-químicos y microbiológico – llave de agua.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO						
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS						
PARÁMETRO	Limite Permissible	Porcentaje	Agua Cruda	Agua Tratada		
			Muestra Inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3
pH (Unidades)	8,50	100%	94,94%	93,88%	92,94%	97,29%
Color (Pt-Co)	15,00	100%	6,67%	6,67%	0,00%	26,67%
Turbiedad (U.N.T)	5,00	100%	6,80%	18,00%	16,40%	72,40%
Solidos Totales Disueltos (mg/ml)	100,00	100%	71,20%	49,60%	34,10%	43,70%
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO						
PARÁMETRO	Limite Permissible	Porcentaje	Agua Cruda	Agua Tratada		
			Llave de agua	Semana 1	Semana 2	Semana 3
COLIFORMES FECALES (U.F.C)	80,00	100%	101,63%	79,75%	77,75%	51,00%

Fuente: Elaboración propia.

5.2. RESULTADOS DE PH - PORCENTAJE

Ilustración 23 Porcentaje – pH.

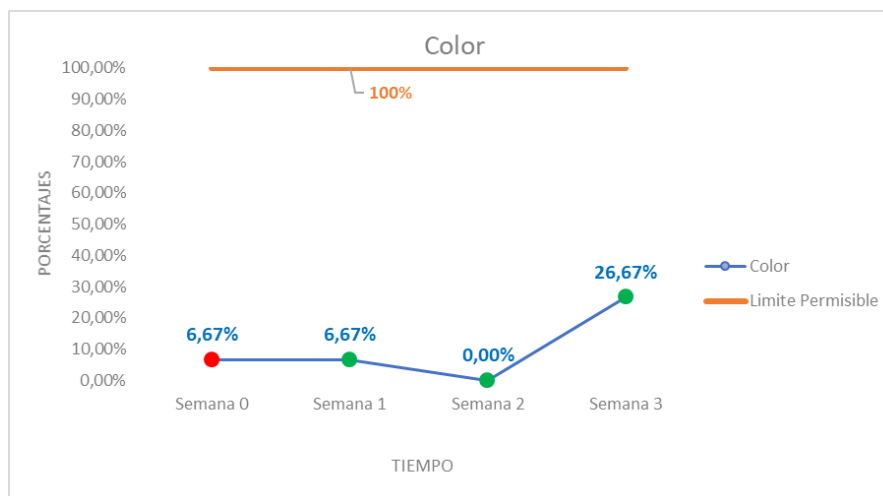


Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración N° 23 teniendo como punto inicial el 94,94% de la toma hecha antes de la implementación del filtro de carbón activado muestran en la primera semana mejora en un 1,06%, en la segunda semana un 2% y en la tercera semana observamos un aumento de 2,35% con respecto al valor inicial, teniendo en cuenta que el aumento se da por los factores climáticos de la región Amazónica.

5.3. RESULTADOS DE COLOR - PORCENTAJE

Ilustración 24 Porcentaje – color.

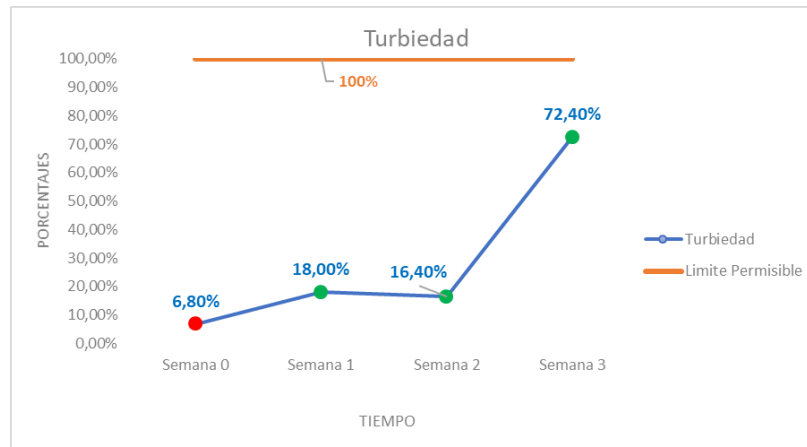


Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración N° 24 teniendo como punto inicial el 6,67% de la toma hecha antes de la implementación del filtro de carbón activado muestran en la primera semana el color se mantiene, en la segunda semana una mejora notable con del 6,67% y en la tercera semana un crecimiento considerable de un 19,87% con respecto al valor inicial, teniendo en cuenta que el aumento se da por los factores climáticos de la región Amazónica.

5.4. RESULTADOS DE TURBIEDAD - PORCENTAJE

Ilustración 25 Porcentaje – turbiedad.

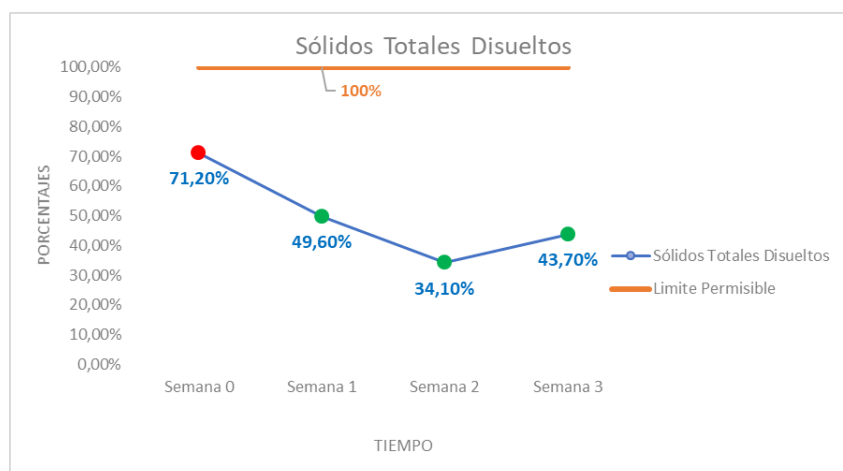


Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración N° 25 teniendo como punto inicial 6,80% de la toma hecha antes de la implementación del filtro de carbón activado muestran en la primera semana una turbiedad que aumenta en un 11,2%, en la segunda semana un aumento del 9,6% y en la tercera semana un crecimiento notable de un 65,6% con respecto al valor inicial, teniendo en cuenta que el aumento se da por los factores climáticos de la región Amazónica.

5.5. RESULTADOS DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS - PORCENTAJE

Ilustración 26 Porcentaje – sólidos totales disueltos.

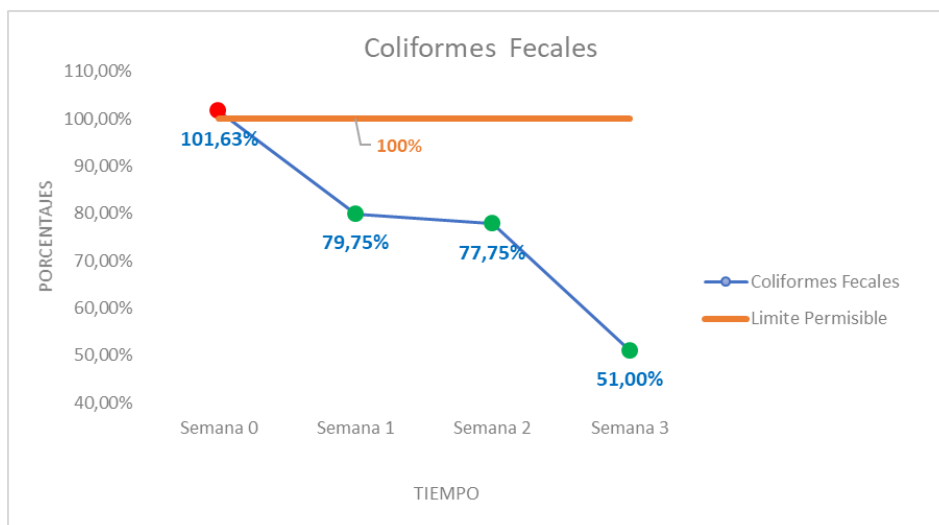


Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración N° 26 teniendo como punto inicial el 71,20% de la toma hecha antes de la implementación del filtro de carbón activado muestran en la primera semana en cuanto a los sólidos totales disueltos un mejoramiento de un 21,6%, en la segunda semana una mejora del 37,1% y en la tercera semana un crecimiento del 27,5% con respecto al valor inicial, teniendo en cuenta que el aumento se da por los factores climáticos de la región Amazónica.

5.6. RESULTADOS DE COLIFORMES FECALES - PORCENTAJE

Ilustración 27 Porcentaje – coliformes fecales.



Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración N° 27 teniendo como punto inicial el 101,63% de la toma hecha antes de la implementación del filtro de carbón activado, muestra en la primera semana en cuanto a coliformes fecales un mejoramiento de un 21,88%, en la segunda semana una mejora del 23,88% y en la tercera semana de un 50,63% con respecto al valor inicial, teniendo en cuenta los factores climáticos de la región Amazónica.

CAPITULO 6

6.1. CONCLUSIONES

Se constató los resultados obtenidos con la hipótesis planteada para obtener las siguientes conclusiones.

1. El agua filtrada con carbón activado granular proveniente de una vertiente ubicada en la comunidad el Esfuerzo 1, mejora las propiedades físico-químicas y biológicas. Obteniendo un agua tratada apta para el consumo humano en cuanto a los límites permisibles dados por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión).
2. Se diseñó un plan de investigación de 3 semanas de duración, más la muestra inicial con la finalidad de obtener datos exactos en base a los análisis, se determinaron las propiedades físico-químicas y biológicas, tales como; color, turbiedad, sólidos totales disueltos, pH y coliformes fecales.
3. En la primera semana de estudio, el pH obtuvo un descenso del 0,09 U con respecto a la muestra inicial (llave de agua) manteniendo un pH neutral, en cuanto al color no existió cambios con la muestra inicial, la turbiedad obtuvo un aumento de 0,56 U.N.T, los sólidos totales disueltos se obtuvo un descenso del 21,6 mg/ml y en los coliformes fecales una disminución del 19,3 U.F.C, encontrándose dentro de los rangos permisibles.
4. Durante la segunda semana de estudio se evidenciaron valores significativamente favorables para nuestra investigación logrando reducir el pH en un 0,17 U, el color llegando a 0, la turbidez un aumento del 0,48 U.N.T, en los sólidos totales disueltos una disminución del 37,1 mg/ml y en los coliformes fecales un 19,1 U.F.C en referencia a la muestra inicial.
5. En la tercera semana de estudio se observó un incremento de los valores en cuanto a la muestra base; pH se incrementó en un 0,2 U y el color en un 3 Pt-Co, la turbidez un 3,28 U.N.T, mientras que en los sólidos totales disueltos hubo una disminución del 27,5 mg/ml y en los coliformes fecales un descenso del 40,5 U.F.C.

6. Para concluir se expresa que la incorporación del filtro de carbón activado en el sistema de tratamiento mejora la calidad de agua, teniendo en cuenta los factores de estudio; físico químicos, que pueden fluctuar de una manera a favor y en contra ya que dependen mucho del medio y de las condiciones climáticas en el cual se encuentre nuestra investigación siendo variables incontrolables, es por eso que la semana final del estudio sus valores se elevan en cuanto a las propiedades físicas, pero en respecto de las propiedades biológicas de las cuales depende nuestra investigación se observa una gran efectividad de nuestro filtro en el mejoramiento del calidad del agua.

6.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda en posteriores investigaciones ampliar, limpiar y proteger el tanque de captación para mantener una mayor cantidad de agua cruda y la misma pueda ser sedimentada y así al pasar al filtro de carbón activado granular se pueda obtener mejores resultados de los que se están obteniendo en esta investigación.
2. En lo posible añadir otro tanque de mayor o la misma capacidad e implementar un sistema de cloración para poder eliminar los Coliformes Fecales ya que son los que más daños causan a las familias que consumen el agua en la comunidad.
3. Realizar evaluaciones constantes para evidenciar la vida útil que tiene el filtro de carbón activado granular en funcionamiento y el tiempo adecuado para su mantenimiento.
4. Aplicar un medio de pre-filtrado antes del tanque de captación de sólidos, partículas y vegetación con el fin de mejorar la calidad del agua después de ser filtrada.

6.3. BIBLIOGRAFÍA

- Baruth, E. E. (2004). *Diseño de plantas de tratamiento de agua*. Obtenido de <https://cedb.asce.org/CEDBsearch/record.jsp?dockkey=0150039>
- Chiclote, Y. (2018). *MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CUMBE EMPLEANDO FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO*. Obtenido de [file:///D:/USUARIO/Downloads/Chiclote%20Gonzales,%20Yuliana%20Esther%20\(2\).pdf](file:///D:/USUARIO/Downloads/Chiclote%20Gonzales,%20Yuliana%20Esther%20(2).pdf)

- Hilbron, R. O. (2011). *CARBÓN ACTIVADO*. Obtenido de <https://www.soluaqua.com/carbon-activado>
- Infante, D. (2017). "*Carbon activo granular, en la mejora de la calidad de agua potable*". Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12672>
- Mañay, J. V. (2013). *MEJORAMIENTO DEL CARBÓN ACTIVADO CONTAMINADO EN EL TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2286/1/T-UCE-0017-60.pdf>
- Olarte, F. (31 de Julio de 2017). *pH en el cuerpo y en el agua*. Obtenido de <https://www.ecovidasolar.es/blog/ph-en-el-cuerpo-y-ph-en-el-agua/>
- OMS. (1998). *Guías para la calidad de agua potable*. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41985/9243545035-spa.pdf>
- Ponce, V. (21 de febrero de 2021). *Las propiedades del agua*. Obtenido de http://ponce.sdsu.edu/propiedades_del_agua.html
- QuimiNet. (12 de Enero de 2006). *Aplicaciones del Polipropileno*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/todo-acerca-del-polipropileno-4455.htm#:~:text=Se%20utiliza%20para%20muchas%20piezas,sacos%20tejidos%2C%20cintas%20para%20embalaje.>
- Saenz, P. B. (02 de Diciembre de 2009). *PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE AGUA SUPERFICIAL*. Obtenido de https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/PROCEDIMIENTO_DE_MUESTREO_DE_AGUA_SUPERFICIAL.pdf
- Saldarriaga, F. V. (2012). *Manual de Carbón activo*. Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>
- Snoeyink, J. M. (1977). *Carbon Activo Granular en Tratamiento de agua*.
- Solutions, A. (2017). *La Construcción de un Sistema de Tratamiento de Agua Portátil Usando Materiales Locales*. España. Obtenido de <http://www.aqsolutions.org/images/2013/03/portable-water-system-handbook-spanish.pdf>
- Sousa, C. (2010). *Corrosión e incrustaciones en los sistemas de distribución de agua potable*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482010000200003

Zarza, L. (2021). *Connecting Waterpeople*. Obtenido de
<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua-cruda>

ANEXOS

1.1. ANEXOS – PANEL FOTOGRAFICO

1.1.1. MATERIALES

Fotografía N° 13 Tanque plástico de 200 litros.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 14 Adaptador tanque.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 15 Carbón activo granular.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 16 Malla de polipropileno.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 17 Envases para muestras.



Fuente: Elaboración propia.

1.1.2. CONSTRUCCIÓN DEL FILTRO

Fotografía N° 18 Instalación de accesorios.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 19 Entrada y salida del filtro.



Fuente: Elaboración propia.

1.1.3. TRANSPORTE E INSTALACIÓN DEL FILTRO EN LA COMUNIDAD ESFUERZO 1

Fotografía N° 20 Transporte de materiales.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 21 Ubicación del filtro.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 22 Capa de piedra de la zona.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 23 Capa de grava fina.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 24 Capa de arena gruesa.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 25 Capa de carbón activo granular.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 26 Instalación de tubería de entrada.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 27 Prueba de salida de agua.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 28 Instalación de tubería de salida.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 29 Implementaciones malla de polipropileno.



Fuente: Elaboración propia.

1.1.4. TOMA DE MUESTRAS

Fotografía N° 30 Toma de muestra en grifo - agua cruda.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 31 Toma de muestra captación - agua cruda.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 32 Muestra de vertiente - agua cruda.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 33 Muestras para analizar.



Fuente: Elaboración propia.


Fotografía N° 34 Muestras para analizar.



Fuente: Elaboración propia.

1.2. ANEXO – RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

1.2.1. RESULTADOS MUESTRAS DE AGUA CRUDA

	DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CONTROL DE DOCUMENTOS	Tipo de documento: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA
		Versión del documento: 1.0 Página 1 de 1

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.027 A.C-EMAPAST-21

Fuente: Agua cruda – Grifo	Recolectada por: Sr. Patricio Caiza.
Fecha de recolección: 06-12-2021	Fecha de análisis: 06-07/12/2021
Estudio de Sistema de Agua: Comunidad El Esfuerzo	
Parroquia: 10 de agosto	Cantón: Pastaza Provincia: Pastaza

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
pH	Unidades	6,5-8,5	8,07
Color	Pt-Co	15	1
Turbiedad	U.N.T	5	0,34
Temperatura	°C		23,3
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	71,2
Conductividad	µS/cm		41,5
2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,05
Cromo	Cr ⁶⁺	0,05	0,042
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,19
Nitratos	NO ₃ ⁻	50	0,4
Nitritos	NO ₂ ⁻	3,0	0,007
Cloro libre	Cl ⁻	0,3-1,5	--
Manganeso	mg/l	0,4	0,037
Flúor	mg/l	1,5	<1

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	1011,2
COLIFORMES FECALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	81,3

ABREVIATURAS:

U.F.C.: Unidad Formadora de Colonias

LÍMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión), enero 2014

OBSERVACIONES:

La Unidad de control de calidad no se responsabiliza por la Toma de Muestras (muestra no refrigerada)

Responsable:



Ing. Sandra Adriano

Técnica de Laboratorio EMAPAST-EP

El cantón que soñamos!
PASTAZA
 GAD MUNICIPAL

 Avda. Aguacate entre Bolívar y Atahualpa 501 120602-700
 Pastaza, Ecuador
 Pastaza, Ecuador

 593 7 3862 847
 www.comunidadespastaza.gov.ec

@EMAPAST_EP EMAPAST

	DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CONTROL DE DOCUMENTOS	Tipo de documento: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA Versión del documento: 1.0 Página 1 de 1
---	---	--

**UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA**

DATOS DE LA MUESTRA
MUESTRA No.028 A.C-EMAPAST-21

Fuente: Agua cruda - Vertiente	Recolectada por: Sr. Patricio Caiza.
Fecha de recolección: 06-12-2021	Fecha de análisis: 06-07/12/2021
Estudio de Sistema de Agua: Comunidad El Esfuerzo	
Parroquia: 10 de agosto	Cantón: Pastaza Provincia: Pastaza

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
pH	Unidades	6,5-8,5	8,56
Color	Pt-Co	15	1
Turbiedad	U.N.T	5	0,43
Temperatura	°C		23,1
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	52,7
Conductividad	µS/cm		29,3
2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,07
Cromo	Cr ⁶⁺	0,05	0,061
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,34
Nitratos	NO ₃ ⁻	50	0,3
Nitritos	NO ₂ ⁻	3,0	0,007
Cloro libre	Cl ⁻	0,3-1,5	--
Manganeso	mg/l	0,4	0,035
Flúor	mg/l	1,5	<1

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	1011,2
COLIFORMES FECALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	99,1

ABREVIATURAS:

U.F.C.: Unidad Formadora de Colonias

LÍMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión), enero 2014

OBSERVACIONES:

La Unidad de control de calidad no se responsabiliza por la Toma de Muestras (muestra no refrigerada)

Responsable:

 Firmado electrónicamente por:
**SANDRA ISABEL
ADRIANO
YUMBALLI**

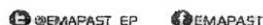
Ing. Sandra Adriano


Técnica de Laboratorio EMAPAST-EP

El cantón que soñamos!
PASTAZA
 GAD MUNICIPAL

 Trade Agreement entre Bolivia y Ecuador No. 22 / 2002 / 2003
 Págs. 188-192
 Pastaza - Ecuador

www.emapast.com.ec



	DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CONTROL DE DOCUMENTOS	Tipo de documento: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA Versión del documento: 1.0 Página 1 de 1
---	---	--

**UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA**

DATOS DE LA MUESTRA
MUESTRA No.029 A.C-EMAPAST-21

Fuente: Agua cruda – Captación	Recolectada por: Sr. Patricio Caiza.
Fecha de recolección: 06-12-2021	Fecha de análisis: 06-07/12/2021
Estudio de Sistema de Agua: Comunidad El Esfuerzo	
Parroquia: 10 de agosto	Cantón: Pastaza Provincia: Pastaza

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
pH	Unidades	6,5-8,5	8,61
Color	Pt-Co	15	8
Turbiedad	U.N.T	5	3,1
Temperatura	°C		23,2
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	135,1
Conductividad	µS/cm		120,5
2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,07
Cromo	Cr ⁶⁺	0,05	0,071
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,56
Nitratos	NO ₃ ⁻	50	0,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	3,0	0,009
Cloro libre	Cl ⁻	0,3-1,5	--
Manganeso	mg/l	0,4	0,225
Flúor	mg/l	1,5	<1

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	1011,2
COLIFORMES FECALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	75,4

ABREVIATURAS:

U.F.C.: Unidad Formadora de Colonias

LÍMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión), enero 2014

OBSERVACIONES:

La Unidad de control de calidad no se responsabiliza por la Toma de Muestras (muestra no refrigerada)

Responsable:

 Firmado electrónicamente por:
**SANDRA ISABEL
ADRIANO
KVBATLLI**


Ing. Sandra KVBATLLI

Técnica de Laboratorio EMAPAST-EP

El cantón que Soñamos!
PASTAZA
 GAD MUNICIPAL


 Avda. Bolívar entre Bolívar y Alarcón s/n. 080101-0101
 Pastaza, Ecuador
 Pastaza - Ecuador

 083 3 2866 843
 www.cantondelpastaza.gob.ec

 @EMAPAST_EP

 EMAPAST

1.2.2. AGUA TRATADA – SEMANA 1

	DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CONTROL DE DOCUMENTOS	Tipo de documento: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA
		Versión del documento: 1.0 Página 1 de 1

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.030A A.C-EMAPAST-21

Fuente: Agua tratada	Recolectada por: Sr. Patricio Caiza.
Fecha de recolección: 13-12-2021	Fecha de análisis: 13-14/12/2021
Estudio de Sistema de Agua: Comunidad El Esfuerzo 1	
Parroquia: 10 de agosto	Cantón: Pastaza Provincia: Pastaza

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
pH	Unidades	6,5-8,5	7,98
Color	Pt-Co	15	1
Turbiedad	U.N.T	5	0,90
Temperatura	°C		22,1
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	49,6
Conductividad	µS/cm		28,1
2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,11
Cromo	Cr ⁶⁺	0,05	0,003
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,29
Nitratos	NO ₃ ⁻	50	0,4
Nitritos	NO ₂ ⁻	3,0	0,014
Cloro libre	Cl ⁻	0,3-1,5	--
Manganeso	mg/l	0,4	0,032
Flúor	mg/l	1,5	<1

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	960,6
COLIFORMES FECALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	63,8

ABREVIATURAS:

U.F.C.: Unidad Formadora de Colonias

LÍMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión), enero 2014

OBSERVACIONES:

La Unidad de control de calidad no se responsabiliza por la Toma de Muestras (muestra refrigerada)

Responsable:



SANDRA ISABEL
ADRIANO
YUBALLI

Ing. Sandra Adriano

Técnica de Laboratorio EMAPAST-EP

El cantón que Soñamos!


PASTAZA

GAD MUNICIPAL

EMAPAST EP

EMAPAST

1.2.3. AGUA TRATADA – SEMANA 2

	DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CONTROL DE DOCUMENTOS	Tipo de documento: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA
		Versión del documento: 1.0 Página 1 de 1

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.031 A.C-EMAPAST-21

Fuente: Agua tratada	Recolectada por: Sr. Patricio Caiza.
Fecha de recolección: 20-12-2021	Fecha de análisis: 20-21/12/2021
Estudio de Sistema de Agua: Comunidad El Esfuerzo 1	
Parroquia: 10 de agosto	Cantón: Pastaza Provincia: Pastaza

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
pH	Unidades	6,5-8,5	7,90
Color	Pt-Co	15	0
Turbiedad	U.N.T	5	0,82
Temperatura	°C		20,1
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	34,1
Conductividad	µS/cm		25,2
2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,07
Cromo	Cr ⁶⁺	0,05	0,003
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,35
Nitratos	NO ₃ ⁻	50	0,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	3,0	0,018
Cloro libre	Cl ⁻	0,3-1,5	--
Manganeso	mg/l	0,4	0,031
Flúor	mg/l	1,5	<1

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	1011,2
COLIFORMES FECALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	62,2

ABREVIATURAS:

U.F.C.: Unidad Formadora de Colonias

LÍMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión), enero 2014

OBSERVACIONES:

La Unidad de control de calidad no se responsabiliza por la Toma de Muestras (muestra refrigerada)

Responsible:



Formado en: **SANDRA ISABEL
ADRIANO
YUBAILLI**

Ing. Sandra Adriano

Técnica de Laboratorio EMAPAST-EP

El cantón que Soñamos!

Administración 2016-2022
PASTAZA
GAD MUNICIPAL


10 de Agosto entre Bolívar y Alarcoba 991 4 2660 200
Pastaza, 160101
Pastaza Ecuador

593 3 2664 843
www.emapast.pastaza.gub.ec

@EMAPAST_EP

f EMAPAST

1.2.4. AGUA TRATADA – SEMANA 4

 EMAPAST-EP	DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CONTROL DE DOCUMENTOS	Tipo de documento: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA Versión del documento: 1.0 Página 1 de 1
--	--	--

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.032 A.C-EMAPAST-21

Fuente: Agua tratada	Recolectada por: Sr. Patricio Caiza.
Fecha de recolección: 27-12-2021	Fecha de análisis: 27-28/12/2021
Estudio de Sistema de Agua: Comunidad El Esfuerzo I	
Parroquia: 10 de agosto	Cantón: Pastaza
	Provincia: Pastaza

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
pH	Unidades	6,5-8,5	8,27
Color	Pt-Co	15	4
Turbiedad	U.N.T	5	3,62
Temperatura	°C		19,9
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	43,7
Conductividad	µS/cm		27,1
2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE (mg/L)	RESULTADO (mg/L)
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,06
Cromo	Cr ⁶⁺	0,05	0,006
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,32
Nitratos	NO ₃ ⁻	50	0,6
Nitritos	NO ₂ ⁻	3,0	0,013
Cloro libre	Cl ⁻	0,3-1,5	--
Manganeso	mg/l	0,4	0,036
Flúor	mg/l	1,5	<1

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	1011,2
COLIFORMES FECALES	U.F.C. / 100 mL	Ausencia	40,8

ABREVIATURAS:

U.F.C.: Unidad Formadora de Colonias

LÍMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión), enero 2014

OBSERVACIONES:

La Unidad de control de calidad no se responsabiliza por la Toma de Muestras (muestra refrigerada)

Responsable:



Firmado electrónicamente por:
**SANDRA ISABEL
 ADRIANO
 YUBALLI**

Ing. Sandra Adriano

Técnica de Laboratorio EMAPAST-EP

El cantón que Soñamos!

PASTAZA
 GAD MUNICIPAL

10 de Agosto entre Bolívar y Alarcón No. 993 1 2882 233
 Playas, 100102
 Pastaza - Ecuador

www.emapast.gub.ec

@EMAPAST_EP

EMAPAST

1.3. ANEXO _ PRECIPITACIONES PASTAZA

1.3.1. PRECIPITACIONES DIARIAS MES DEL DICIEMBRE DEL 2021



Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Puyo, 9 de febrero de 2022.

 Señor Estudiante
 Victor Patricio Caiza Parra
ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD SEK
 Presente. –

En respuesta a la solicitud enviada a la estación meteorológica M008 – Puyo, tengo a bien informarle lo siguiente, conforme lo requerido en su petición:

Tabla 1. Precipitación diaria del mes de diciembre de 2021 de la estación M008 – Puyo

DÍA	PRECIPITACIÓN (mm)	DÍA	PRECIPITACIÓN (mm)	DÍA	PRECIPITACIÓN (mm)	DÍA	PRECIPITACIÓN (mm)
1	0,0	11	-	21	10,1	31	-
2	0,0	12	-	22	1,2	TOTAL	481,3
3	1,7	13	153,3	23	25,7		
4	-	14	4,8	24	-		
5	32,1	15	37,8	25	-		
6	10,7	16	14,8	26	8,8		
7	6,4	17	20,5	27	10,8		
8	0,0	18	-	28	5,5		
9	9,3	19	29,1	29	63,6		
10	25,8	20	9,2	30	0,1		

La tabla 1 se debe interpretar de la siguiente manera:

- Los valores están dados en mm de precipitación que equivalen a 1 litro/metro cuadrado, ejemplo: en el día 6 se tiene una precipitación de 10,7 mm, esto equivale a 10,7 litros de precipitación por metro cuadrado.
- Las celdas cuyo valor es “-” hacen referencia a días sin recopilación de información de la estación convencional.
- Las celdas de color amarillo corresponden a precipitación acumulada en un intervalo mayor a 24 horas.

El presente documento no está sujeto al pago de tasa alguna, tiene validez únicamente para adjuntarse como información documentada en el trabajo de grado del solicitante.

Cordialmente,

JAIRO MIGUEL MALDONADO ERAZO
 Firmado digitalmente por JAIRO MIGUEL MALDONADO ERAZO
 Fecha: 2022.02.09 18:21:29 -05'00'

Mag. Jairo Maldonado E.
TEC. REG. DE OHM. CUENCA DEL RÍO PASTAZA