

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA ANTRACITA Y
CUARZO EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL
AGUA DE LA QUEBRADA MALVINAS, PROVINCIA BAGUA,
REGIÓN AMAZONAS, 2018**

Autora: Bach. Orfa Delgado Fernández

Asesor: Ing. Jeferson Fitzgerald Reyes Farje

CHACHAPOYAS - PERÚ

2018

DEDICTORIA

A Dios, por haberme brindado la vida y haber permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres (Segundo Delgado León, Carmela Fernández Ramírez) Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos quienes han sabido guiarme para culminar mi carrera profesional, por sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos Josías Delgado Fernández, Iván Delgado Fernández y Teresa Delgado Fernández, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mi abuelita Elena Ramírez Llanos por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a usted.

A mis familiares Santos Fernández Ramírez, José Luis Delgado Fernández, Angélica Fernández Ramírez, por apoyarme en los malos y buenos momentos.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito a Dios por protegerme en cada momento y durante todo mi camino, y dándome fortaleza para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

Agradezco a mis padres, modelo de rectitud, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo y por su amor.

A mis hermanos Josías, Iván y Teresa, por acompañarme durante todo este arduo camino, quienes con su cariño y consejos me dieron fuerza para seguir adelante.

Al Ing. Jeferson Fitzgerald Reyes Farje, por su tiempo compartido y por su apoyo ofrecido para la elaboración de esta tesis.

Agradezco además a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, por permitir mi formación profesional, a sus buenos docentes, que nos brindaron vastos conocimientos, y de quienes me llevo una gran admiración.

Para todos ellos, muchas gracias y que Dios los bendiga.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLON

Vicerrector Académico

Dr. FLOR TERESA GARCÍA HUAMAN

Vicerrectora de Investigación

VISTO BUENO DEL ASESOR

En mi calidad de docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, yo Ing. Jeferson Fitzgerald Reyes Farje, hago constar que he asesorado la ejecución y elaboración del informe de tesis titulado “**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA ANTRACITA Y CUARZO EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA DE LA QUEBRADA MALVINAS, PROVINCIA BAGUA, REGIÓN AMAZONAS, 2018**” de la tesista, Orfa Delgado Fernández de la facultad de Ingeniería Ambiental de la UNTRM-Amazonas.

Se da el **Visto Bueno** al informe final de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometido a la revisión del Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el Jurado Evaluador, para su posterior Sustentación.

Chachapoyas, 23 de Noviembre del 2018

Ing. Jeferson Fitzgerald Reyes Farje,
Asesor

JURADO EVALUADOR

M.Sc. Eli Pariente Mondragón

Presidente

Dr. Manuel Emilio Milla Pino

Secretario

M.Sc. Jaris Emmanuel Veneros Guevara

Vocal

INDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	III
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	IV
JURADO EVALUADOR.....	V
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	10IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT.....	XII
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. MATERIALES Y METODOS	2
2.1. Zona de estudio	2
2.2. Métodos.....	3
III. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46
IX. ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos-	9
Tabla 02: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.....	9
Tabla 03: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de la Quebrada Malvinas.....	11
Tabla 04: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por cuarzo.....	12
Tabla 05: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por antracita.....	12
Tabla 06: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por 50% cuarzo- 50% antracita.....	14
Tabla 07: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por 30% cuarzo- 70% antracita.....	15
Tabla 08: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por 70% cuarzo- 30% antracita.....	16
Tabla 09: Datos del parámetro pH.....	17
Tabla 10: Análisis de varianza del parámetro pH.....	18
Tabla 11: Datos del parámetro turbidez.....	19
Tabla 12: Análisis de varianza del parámetro turbidez.....	20
Tabla 13: Datos del parámetro color.....	21
Tabla 14: Análisis de varianza del parámetro color.....	22
Tabla 15: Datos del parámetro conductividad eléctrica.....	23
Tabla 16: Análisis de varianza del parámetro conductividad eléctrica.....	25
Tabla 17: Datos del parámetro alcalinidad.....	26

Tabla 18: Análisis de varianza del parámetro alcalinidad.....	27
Tabla 19: Datos del parámetro cloruros.....	28
Tabla 20: Análisis de varianza del parámetro cloruros.....	30
Tabla 21: Datos del parámetro dureza.....	31
Tabla 22: Análisis de varianza del parámetro dureza.....	32
Tabla 23: Datos del parámetro Coliformes Fecales.....	33
Tabla 24: Análisis de varianza del parámetro coliformes fecales.....	34
Tabla 25: Diseño completamente al azar.....	35
Tabla 26: Prueba de comparaciones de múltiples (DMS).....	36
Tabla 27: Análisis de varianza del parámetro coliformes fecales.....	38
Tabla 28: Diseño completamente al azar.....	40
Tabla 29: Prueba de comparaciones de múltiples (DMS).....	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Ubicación Geográfica del estudio.....	2
Figura 02: Recojo de las muestras en su estado natural.....	49
Figura 03: Obtención de las muestras en su estado natural.....	49
Figura 04: toma de coordenadas.....	49
Figura 05: rotulación de las muestras.....	49
Figura 06: Rotulación de muestra N° 01.....	50
Figura 07: Colocación de la muestra N° 01 en el Culler.....	50
Figura 08: Rotulación de muestra N° 02.....	50
Figura 09: Colocación de la muestra N° 02 en el Culler.....	50
Figura 10: Rotulación de muestra N°03.....	50
Figura 11: Colocación de la muestra N° 03 en el Culler.....	50
Figura 12: Rotulación de muestra N°04.....	51
Figura 13: Colocación de la muestra N° 04 en el Culler.....	51
Figura 14: Muestras listas para su traslado.....	51
Figura 15: Traslado de las muestras.....	51
Figura 16: Recolección de los baldes de agua.....	52
Figura 17: baldes de agua utilizada en el estudio.....	52
Figura 18: Cuarzo de 2 pulg.....	52
Figura 19: Cuarzo de 1 pulg.....	52
Figura 20: Cuarzo de 1/2 pulg.....	53
Figura 21: Antracita de 12 pulg.....	53
Figura 22: Filtro en proceso.....	53
Figura 23: Instalación de duchas.....	53
Figura 24: Filtro y soporte armado.....	54

Figura 25: Filtro terminado.....	54
Figura 26: Muestra en su estado natural.....	54
Figura 27: Puro Cuarzo.....	54
Figura 28: Puro antracita.....	55
Figura 29: 50% cuarzo – 50% antracita.....	55
Figura 30: 30% cuarzo – 70 %antracita.....	55
Figura 31: 70% cuarzo – 30 %antracita.....	55
Figura 32: Determinación del pH.....	55
Figura 33: Determinación de la conductividad eléctrica y temperatura.....	56
Figura 34: Determinación de la turbidez.....	56
Figura 35: Determinación de la alcalinidad.....	56
Figura 36: Determinación de cloruros.....	57
Figura 37: Determinación de dureza.....	57
Figura 38: Agua turbia.....	58
Figura 39: Puro cuarzo.....	59
Figura 40: Puro antracita.....	60
Figura 41: 50% cuarzo – 50% antracita.....	61
Figura 42: 30% cuarzo – 70% antracita.....	62
Figura 43: 70% cuarzo – 30% antracita.....	63

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Distrito de Aramango, con la finalidad de determinar la eficiencia descontaminante de la antracita y cuarzo, a través de filtros con el agua de la Quebrada Malvinas, Provincia de Bagua, Región Amazonas. La metodología aplicada en el presente estudio fue de tipo experimental, la unidad de estudio estaba compuesta por agua obtenida de la quebrada para realizar los filtrados por los lechos, se diseñó dos filtros con material de tereftalato de polietileno (PET) de 50 cm de largo y 10 cm de diámetro (4pulg.), uniones, codos, y tubos de ½ pulg. , duchas a los filtros para dispersar el agua en el filtrado, los filtros tenían soporte de madera con la finalidad de estabilizarlos, se consideraron las muestras del agua en su estado natural por cuatro veces y cinco filtraciones con cuatro repeticiones cada una con un intervalo de tiempo de diez minutos que son : puro cuarzo, puro antracita, 50 % cuarzo – 50 % antracita, 30 % cuarzo – 70 % antracita, 70 % cuarzo – 30 % antracita posteriormente realizándose su análisis físico químico y microbiológico tales como pH, Temperatura, turbidez, color, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, coliformes fecales. El procesamiento de la información se realizó en un diseño completamente al azar, donde se eliminó el 55.68 % de los contaminantes del agua de modo que la remoción de la turbidez, el color y los coliformes fecales contribuyeron a ello, además para la identificación de resultados se recurrió a la prueba de comparaciones múltiples (DMS). El análisis de varianza permitió identificar donde hubo mayor remoción de turbidez, color y coliformes fecales de los dos lechos filtrantes cuarzo y antracita asimismo los datos de varianza son: pH = 0,14; Turbidez = 46,85; Color = 1817,92; Conductividad eléctrica = 87,56; Cloruros= 27,79; Dureza = 128,46.

Palabras Claves: Filtros, muestras, cuarzo, Antracita.

ABSTRACT

The research work was carried out in the District of Aramango, with the purpose of determining the decontaminating efficiency of the anthracite and quartz, through filters with the water of the Quebrada Malvinas, Province of Bagua, Amazon Region. The methodology applied in the present study was of an experimental type, the study unit was composed of water obtained from the quebrada to carry out the filtrates through the beds, two filters were designed with polyethylene terephthalate (PET) material of 50 cm long and 10 cm in diameter (4 in.), joints, elbows, and ½ in. tubes. , showers to the filters to disperse the water in the filtrate, the filters had wooden support in order to stabilize them, the water samples were considered in their natural state for four times and five filtrations with four repetitions each with an interval of time of ten minutes which are: pure quartz, pure anthracite, 50% quartz-50 % anthracite, 30 % quartz - 70 % anthracite, 70 % quartz – 30 % anthracite afterwards performing its physical and chemical microbiological analysis such as pH, temperature, turbidity, color, electrical conductivity, alkalinity, chlorides, hardness, fecal coliforms. The processing of the information was carried out in a completely randomized design, where 55.68 % of the contaminants were eliminated from the water so that the removal of turbidity, color and fecal coliforms contributed to this, in addition to the identification of results the multiple comparisons test (DMS) was used. The analysis of variance allowed to identify where there was greater removal of turbidity, color and fecal coliforms of the two quartz and anthracite filter beds, as well as the variance data are: pH = 0.14; Turbidity = 46.85; Color = 1817.92; Electrical conductivity = 87.56; Chlorides = 27.79; Hardness = 128.46.

Keywords: Filters, samples, quartz, anthracite.

I. INTRODUCCIÓN

Cada año mueren casi tres millones y medio de seres humanos, y en su mayoría niños con enfermedades diarreicas agudas (EDA) que son frecuentemente originadas por falta de servicios de agua. Por lo tanto, los factores que agudizan el problema de desabastecimiento de aguas son: el crecimiento imparable de la población y el efecto invernadero que acelera la desertificación de muchas zonas alrededor del planeta, afectando tanto el ciclo hídrico como al cambio climático y reduciendo la media de precipitaciones esperadas en regiones ya desiertas o semidesiertas. No obstante las técnicas y estrategias que ayudan al proceso de la purificación de agua para el consumo humano son el uso y comparación de lechos filtrantes que son sistemas sencillos y efectivos, donde el agua pasa a través de lechos de capas de diferentes tamaños que retienen las impurezas y patógenos (OMS, 2003).

Un estudio reciente de eficiencia de lechos filtrantes para la potabilización de agua proveniente de la quebrada la despensa en el Municipio Guaduas Cundinamarca en Bogotá documenta que el filtro con mayor eficiencia de remoción y más viable económicamente es el filtro que se constituye de piedra grande grava arena gruesa y antracita; el sistema de filtración muestra una eficiencia entre el 73.4 % y el 93 % en la disminución de la turbidez del agua. Los filtros evaluados fueron efectivos para remover sólidos y turbidez, obteniendo una eficiencia entre el 88 y 96 % (turbidez) 99 y 100 % (sólidos). (Prasad, 2014).

Este trabajo de investigación busco con la finalidad de mejorar el agua suministrada a la población de Aramango, evaluar la eficiencia de los lechos de filtración de cuarzo y antracita a través de filtros mediante análisis físico químico y microbiológico, y de esta manera determinar la eficiencia descontaminante de la antracita y cuarzo. Así mismo los objetivos específicos propuestos fueron: se determinará la eficiencia descontaminante de la antracita y cuarzo, con el fin de establecer el grado de remoción de sólidos suspendidos y microorganismos patógenos; se construirá filtros con antracita y cuarzo a diferentes espesores para determinar la mejor eficiencia descontaminante del lecho respecto a su espesor; se realizará una comparación entre el análisis físico, químico y bacteriológico del agua cruda de la quebrada Malvinas y el agua después del proceso de filtración.

2.2. Métodos

Los pasos que se realizaron para lograr cada uno de los objetivos específicos y dar solución al problema de contaminación del agua se comprenden en los siguientes aspectos.

2.2.1. Procedimiento del diseño del filtro y obtención de muestras

- Se diseñó un filtro con material (PET) de 50 cm de largo y 10 cm de diámetro (4 pulg.) con uniones, codos, y tubos de ½ pulg.
- Se colocó duchas a los filtro para dispersar el agua, procediendo a filtrar el agua a través de los lechos (Cuarzo y Antracita).
- Se instaló un soporte de madera superior e inferior con la finalidad de estabilizar los filtros, el soporte superior se realizó con medidas de L= 50 cm, A= 50 cm, H= 1m; y el soporte inferior con medidas de L= 50 cm, A= 50 cm, H= 40 cm.
- En el soporte superior se colocó el balde en donde estaba el agua a filtrar, y en el inferior los filtros.
- Se lavó los lechos filtrantes hasta que ya no aporta su color natural al agua.
- La toma de las muestras de la quebrada se realizó previo a lo estipulado en el protocolo de monitoreo de agua del Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025, donde se obtuvieron cuatro muestras debidamente rotuladas y agua para la filtración por los lechos.
- Se agregó el agua de la Quebrada en el balde, previo cerrado de la llave de paso de agua a los filtros.
- Para obtener las muestras filtradas por cuarzo, se introdujo en ambos filtro cuarzo en diferente granulometría (2", 1", 1/2"); el cuarzo más grueso el de 2" se colocó en la base del filtro, el de 1" en el intermedio y el más fino 1/2" en la parte superior.
- Se procedió a colocar en la parte inferior un pequeño balde para recoger las muestras de agua filtrada, luego se abrió la llave de los filtros en pequeño caudal realizando la filtración.
- Este procedimiento se realizó cuatro veces en un intervalo de tiempo de 10 minutos.
- Se procedió a retirar el cuarzo de los filtros para introducir el lecho filtrante antracita.

- Se colocó antracita en ambos filtros, este material solo se encuentra en una sola granulometría (1/2”), lo mismo se hizo para el filtro 50 % cuarzo – 50 % antracita, 30 % cuarzo – 70 % antracita y 70 % cuarzo – 30 % antracita.
- Las muestras de agua salida por los filtros fueron recogidas y llevadas al laboratorio para su posterior análisis.

2.2.2. Análisis de las muestras

Las muestras fueron tomadas en el año 2018 en el mes de mayo se tomó como guía al protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.

- El punto de muestreo se tomó en el grifo de la tubería de llegada del agua al filtro
- Los materiales que se utilizaron: Cooler, guantes de látex, guardapolvo, frascos de vidrio transparentes debidamente esterilizados, GPS, balde.
- Se procedió a colocar los guantes y el guardapolvo.
- Luego se enjuagó tres veces los cuatro frascos antes de tomar la muestra.
- Se introdujo cada frasco a una profundidad de 30 cm, cogiendo el envase con una distancia de 3 cm de espacio de la cabeza con la finalidad de permitir la expansión y evitar ingresar microorganismos extraños.
- Se retiró cada frasco de la muestra con cuidado.
- Seguidamente se rotuló las muestras colocando la hora y fecha exacta en que estas fueron tomadas, las coordenadas UTM, nombre y número de la muestra.
- Cuidadosamente se introdujo los frascos al Cooler los cuales fueron analizados en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto de la Investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

Determinación del pH

Se utilizó el método 4500-H⁺; APHA, AWWA, WPCF: Electrodométrico

El método se basa en la capacidad de respuesta del electrodo de vidrio ante soluciones de diferente actividad de iones H⁺. La fuerza electromotriz producida en el efecto de vidrio varió literalmente con el pH del medio, en éste caso fueron las muestras de las diferentes filtraciones por los lechos filtrantes.

Se utilizó el PHMETRO digital del LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS DEL (INDES-CES), debidamente calibrado.

Procedimiento de la muestra.

- Se lavó el electrodo con agua destilada y secó con papel absorbente.
- Se sumergió el electrodo en la muestra de agua, esperando a que se estabilice la lectura en la pantalla.
- Se registró el dato de pH.
- Se enjuagó el electrodo en agua destilada y secó con papel absorbente.
- Se introdujo el electrodo en el sensor de la solución de KCl 3M, para evitar daños.

Determinación de turbidez

Se utilizó el multiparametro (DR 900- HACH) del laboratorio de aguas y suelos del (INDES-CES).

Procedimiento de la muestra.

- Se configuró el equipo para realizar la medición de turbidez
- Se limpió y agregó agua destilada a la cubeta de calibración
- Se calibró el equipo introduciendo la cubeta y obteniendo valores de cero
- Se procedió a retirar la cubeta de calibración y se limpió y agregó la muestra en otra cubeta donde se introdujo al equipo para su lectura.
- Se registró el dato que es expresado en unidad nefelométrica de turbidez (UNT).

- Se enjuagó las cubetas con agua destilada y se procedió al apagado y guardado del equipo.

Determinación de color

Se utilizó el método 8025; HACH: Método estándar APPHA de platino-Cobalto

Se utilizó el multiparametro (DR 900- HACH) del laboratorio de aguas y suelos del (INDES-CES).

Procedimiento de la muestra.

- Se configuró el equipo para realizar la medición de color
- Se limpió y agregó agua destilada a la cubeta de calibración
- Se calibró el equipo introduciendo la cubeta y obteniendo valores de cero
- Se procedió a retirar la cubeta de calibración y se limpió y agregó la muestra en otra cubeta donde se introdujo al equipo para su lectura.
- Registré el dato que es expresado en Co-Pt
- Se enjuagó las cubetas con agua destilada y se procedió al apagado y guardado del equipo.

Determinación de conductividad eléctrica

Se usó el método 2510 B; APHA, AWWA, WPFC: Electrodométrico

Procedimiento de la muestra.

- Se lavó con agua destilada el electrodo y se secó con papel absorbente donde se enjuagó con la muestra y se sumergió en el cuerpo de agua.
- Se esperó que se estabilice la lectura en la pantalla (use la función AR si es posible), se hizo la lectura y se registró el dato. Se repitió la lectura para confirmar el valor entre 30 segundos a 2 minutos aproximadamente demoró la lectura de acuerdo al equipo.
- Se anotó el resultado expresado en uS/cm.

Determinación de alcalinidad

Se usó el método 2 320 B; APHA, AWWA, WEF: Titulación con HCl

Procedimiento de la muestra.

- Se agregó en un matraz 100 ml de la muestra.
- Luego se añadió 3 gotas del indicador rojo metilo + verde bromocresol.
- Seguidamente se procedió a titular con la solución de ácido clorhídrico 0,01N hasta que cambie de color azul a rojo canela.
- Luego se anotó el volumen de HCl gastado en la titulación.
- Por último se procedió a calcular la alcalinidad con la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad total} = \frac{(N_A V_G)}{V_M} (50\ 000) = \text{ppm CaCO}_3$$

Donde:

N_A = Concentración normal de HCl.

V_G = Volumen (ml) de HCl gastado.

V_M = Volumen (ml) de muestra de agua empleado

Determinación de cloruros

Se usó el método 4 500-Cl⁻ B APHA, AWWA, WEF: Argentico

Procedimiento de la muestra.

- Se colocó en un matraz Erlenmeyer 100 ml de muestra.
- Luego se añadió 03 gotas del indicador Dicromato de potasio.
- Se procedió a titular con la solución estándar de AgNO₃ hasta que cambie de color amarillo a rojo ladrillo.
- Luego se anotó el volumen gastado de AgNO₃ en la titulación.
- Por último se procedió a calcular el cloruro con la siguiente ecuación:

$$\text{Cloruros} = \frac{(N_2 V_2)}{V_1} (35\ 500) = \text{ppm Cl}$$

Donde:

N_2 = Concentración de AgNO₃

V_2 = Volumen (ml) de AgNO₃ gastado.

V_1 = Volumen (ml) de muestra de agua empleado

Determinación de dureza total

Se usó el método 2 340 APHA, AWWA, WEF: Titulación con EDTA

Procedimiento de la muestra.

- Se colocó en un matraz Erlenmeyer 100 ml de muestra.
- Se añadió 02 ml de buffer dureza + una pisco muy pequeña de NET.
- Luego se tituló con la solución estándar de EDTA 0,02 N hasta que cambie de color fucsia a azul.
- Por último se procedió a calcular la dureza total con la siguiente ecuación:

$$\text{Dureza total en EDTA} = \frac{(N_A V_G)}{V_M} (50\ 000) = \text{ppm CaCO}_3$$

Donde:

N_A = Concentración normal de EDTA

V_G = Volumen (ml) de EDTA gastado.

V_M = Volumen (ml) de muestra de agua empleado

2.2.3. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano de DIGESA 2010 (D.S. N° 031-2010-S.A.)

El presente Reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población, el ámbito de su aplicación es de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo. En el reglamento se establece los límites máximos permisibles del agua apta para el consumo humano como se detalla a continuación:

Tabla 01: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. <i>Bacterias Coliformes Totales.</i>	UFC/100 mL ⁻¹ a 35°C	0 (*)
2. <i>E. Coli</i>	UFC/100 mL ⁻¹ a 44,5°C	0 (*)
3. <i>Bacterias Coliformes Termotolerantes o fecales</i>	UFC/100 mL ⁻¹ a 44,5°C	0 (*)
4. <i>Bacterias Heterotróficas</i>	UFC/mL ⁻¹ a 35°C	500
5. <i>Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógenos</i>	Nº org/L ⁻¹	0
6. <i>Virus</i>	UFC/mL ⁻¹	0
7. <i>Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copéodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos</i>	Nº org/ L ⁻¹	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

La (Tabla 01) presenta los Límites Máximos Permisibles microbiológicos y parasitológicos del agua apta para consumo humanos, su aplicación es de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, de lo contrario se cumplirán las diversas sanciones que están enmarcadas en la multa comprendida entre una (1) y treinta (30) Unidades Impositivas Tributarias (UIT).

Tabla 02: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. <i>Olor</i>	---	Aceptable
2. <i>Sabor</i>	---	Aceptable
3. <i>Color</i>	UCV escala Pt/Co	15
4. <i>Turbiedad</i>	UNT	5
5. <i>pH</i>	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. <i>Conductividad (25°C)</i>	µmho/cm	1 500
7. <i>Sólidos totales disueltos</i>	mg/L ⁻¹	1 000
8. <i>Cloruros</i>	mg /L ⁻¹	250
9. <i>Sulfatos</i>	mg SO ₄ / L ⁻¹	250

10. Dureza total	mg CaCO ₃ /L ⁻¹	500
11. Amoniac	mg N /L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe /L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn /L	0,4
14. Aluminio	mg Al /L	0,2
15. Cobre	mg Cu /L	2,0
16. Zinc	mg Zn /L	3,0
17. Sodio	mg Na /L	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

La (Tabla 02) presenta los Límites Máximos Permisibles de calidad organoléptica de modo que involucra a algunos parámetros de control obligatorio (color, turbiedad, pH), el reglamento esta para que el proveedor cumpla con lo establecido de lo contrario se cumplirán las diversas sanciones que están enmarcadas en la multa comprendida entre una (1) y treinta (30) Unidades Impositivas Tributarias (UIT).

2.2.4. Análisis de datos

Los datos obtenidos del laboratorio se procesaron a través del diseño completamente al azar, donde se determinó la significancia de los parámetros, cada parámetro se agrupó en una tabla para así poder procesar los datos obtenidos, a los procesos de filtración se le denominó un tipo de tratamiento en el siguiente orden: agua turbia (T₁); puro cuarzo (T₂); puro antracita (T₃); 50 % cuarzo – 50 % antracita (T₄); 30 % cuarzo – 70 % antracita (T₅); 70 % cuarzo – 30 % antracita (T₆).

Se planteó las hipótesis respectivas tanto la nula como la alterna; en la hipótesis nula se plantea la igualdad de los tratamientos y la hipótesis alterna se plantea que al menos dos tratamientos son diferentes.

Se realizaron los cálculos respectivos donde se desarrolló el análisis de varianza, que tiene por finalidad definir si existe diferencia altamente significativa, significativa, no significativo en los tratamientos con respecto al parámetro trabajado; se concluye diferencia altamente significativa cuando el F calculado es mayor al F tabulado al 5 % y al F tabulado al 1 % , significativo cuando uno de los dos F tabulado ya sea el 5

% o 1 es mayor que el F calculado y no significativo cuando los F tabulados al 5 % y al 1% son mayores que el F calculado.

En los parámetros que se ha trabajado se ha obtenido que existe una diferencia altamente significativa en los tratamientos con respecto a cada parámetro trabajado, asimismo el Ph = 65,56; Turbidez = 129,03; color = 311,78; Conductividad eléctrica = 109,71; Alcalinidad = 712,01; Cloruros = 179,33; Dureza = 384,47; Coliformes fecales = 261,32. Ver (Tabla 28).

Se desarrolló la prueba de comparaciones múltiples (DMS) con la finalidad de obtener la semejanza en los tratamientos en el mayor y menor de ellos, y así poder interpretar los resultados obtenidos en el trabajo de investigación.

Porcentajes de la investigación.

Según Guevara (2008). Cuando se obtiene varios valores el porcentaje es obtenido a través del valor referencial (VR) y el promedio (VP), la diferencia de estos se le aplica una regla de tres simple.

Porcentaje del parámetro turbidez

Tabla 03: Porcentaje del parámetro turbidez

Tratamientos	Rep. 01	Rep. 02	Rep. 03	Rep. 04	Promedio	diferencia	%
Trat. 01	43	43	43	43	43.00		100.00
Trat. 02	34	35	35	36	35.00	8.00	18.60
Trat. 03	24	24	23	22	23.25	19.75	45.93
Trat. 04	29	31	30	32	30.5	12.50	29.07
Trat. 05	25	26	25	23	24.75	18.25	42.44
Trat.06	36	34	31	32	33.25	9.75	22.67

La (Tabla 03) muestra que el cuarzo brinda el menor porcentaje 18,60 % y el mayor la antracita 45,93 %.

Porcentaje del parámetro color

Tabla 04: Porcentaje del parámetro color

Tratamientos	Rep. 01	Rep. 02	Rep. 03	Rep. 04	Promedio	diferencia	%
Trat. 01	246	246	246	246	246.00		100.00
Trat. 02	196	194	190	195	193.75	52.25	21.24
Trat. 03	121	123	119	115	119.50	126.50	51.42
Trat. 04	162	182	180	184	177	69.00	28.05
Trat. 05	118	122	124	120	121.00	125.00	50.81
Trat.06	198	196	182	190	191.5	54.50	22.15

La (Tabla 04) muestra que el cuarzo brinda el menor porcentaje 31,24 % y el mayor la antracita 51,42 %.

Porcentaje del parámetro coliformes fecales

Tabla 05: Porcentaje del parámetro coliformes fecales

Tratamientos	Rep. 01	Rep. 02	Rep. 03	Rep. 04	Promedio	diferencia	%
Trat. 01	16	18	17	15	16.50		100.00
Trat. 02	15	14	15	15	14.75	1.75	10.61
Trat. 03	6	4	5	5	5.00	11.50	69.70
Trat. 04	10	12	10	9	10.25	6.25	37.88
Trat. 05	7	5	6	6	6.00	10.50	63.64
Trat.06	14	15	15	14	14.5	2.00	12.12

La (tabla 05) muestra que el cuarzo brinda el menor porcentaje 10,61 % y el mayor la antracita 69,70 %.

Eficiencia.

La eficiencia se realizó por cálculos matemáticos para la medición de las filtraciones de cuarzo, antracita, 50 % cuarzo – 50 % antracita, 30 % cuarzo – 70 % antracita, 70 % cuarzo -30 % antracita.

Fórmula:

Según (Mulle y Sturm, 2000) la eficiencia se mide en indicadores que se obtiene mediante el resultado alcanzado (RA)-resultado teórico (RT) entre el Resultado teórico (RT) por 100.

$$E = \frac{(RA-RT)}{RT} \times 100$$

Eficiencia del lecho filtrante cuarzo.

En su tesis “Evaluación del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros de cuarzo”, Colombia, concluye que los filtros trabajados en diferente espesor tienen la capacidad de remover en menos porcentaje los valores obligatorios del agua para consumo humano, el sistema de filtración muestra un resultado del 40 y 45 % en la remoción los valores obligatorios del agua. (Suniaga, N. 2013).

$$E = \frac{(45-40)}{40} \times 100$$

$$E = 12,5\%$$

Eficiencia del lecho filtrante antracita

En su tesis “Evaluación de la aplicación de Antracita en la filtración del agua clarificada del río Cauca”, Colombia, concluye que en los filtros de antracita la reducción en los coliformes fecales y totales fue del 99,9 %, turbiedad del 98 % y color del 83 %, obteniendo un porcentaje del carbón activado antracita del 80% en la clarificación del río Cauca. Arana, J. (2016).

$$E = \frac{(95-80)}{80} \times 100$$

$$E = 18,75\%$$

III. RESULTADOS

3.1. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de la Quebrada Malvinas

Una vez establecido los parámetros físico-químico y microbiológicos a analizar se procedió a determinar la cantidad de pH, temperatura, turbidez, color, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, coliformes fecales. Del agua en su estado natural (Ver Tabla 06).

Tabla 06: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de la Quebrada Malvinas.

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de la Quebrada Malvinas					
Parámetros físicos					
Parámetros	U.D	Resultados			
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
pH	pH	6,66	6,95	7,12	6,77
T°	°C	16,7	16,7	16,7	16,7
Turbidez	UNT	43	43	43	43
Color	mg/l ⁻¹	246	246	246	246
Conductividad eléctrica	uS/ cm ²	48.3	47.4	47.1	48.6
Parámetros inorgánicos no metálicos					
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	50	50,3	51,2	50,4
Cloruros	ppmCl ⁻¹	26,82	28,24	27,14	26,48
Dureza	ppm CaCO ₃	38,26	39,24	38,96	40,1
Parámetros microbiológicos					
Coliformes fecales	UFC/100m	16	18	17	15

La (Tabla 06) muestra los resultados físico químicos y microbiológicos de las muestras tomadas de la Quebrada Malvinas analizados en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto de la Investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva (INDES-CES).

Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por cuarzo

Una vez realizado las filtraciones por cuarzo en sus tres graduaciones (2, 1,1/2 pulg.) se evaluó los parámetros físico-químicos y microbiológicos, analizando la cantidad de pH, temperatura, turbidez, color, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, coliformes fecales (Ver Tabla 07).

Tabla 07: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por cuarzo.

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras filtradas por cuarzo					
Parámetros físicos					
Parámetros	U.D	Resultados			
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
pH	pH	7.8	7,94	7,86	7,74
T°	°C	17.3	17,3	17,3	17,3
Turbidez	UNT	34	35	35	36
Color	mg/l ⁻¹	196	194	190	195
Conductividad eléctrica	uS/ cm ²	30.3	28.6	29.9	30.8
Parámetros inorgánicos no metálicos					
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	58,24	59,36	60,12	59,98
Cloruros	ppmCl ⁻¹	19,86	19,92	18,36	20,54
Dureza	ppm CaCO ₃	34,76	35,2	34,82	35,1
Parámetros microbiológicos					
Coliformes fecales	UFC/100m	15	14	15	15

La (Tabla 07) muestra los resultados físico químicos y microbiológicos de las muestras filtradas por cuarzo en sus tres graduaciones analizados en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto de la Investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva (INDES-CES).

Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por Antracita

Una vez realizado las filtraciones por antracita en la graduación de ½ pulg. Se evaluó los parámetros físico-químicos y microbiológicos, analizando la cantidad de pH, temperatura, turbidez, color, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, coliformes fecales. (Ver Tabla 08).

Tabla 08: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por antracita.

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras filtradas por antracita					
Parámetros físicos					
Parámetros	U.D	Resultados			
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
pH	pH	7,40	7,46	7,36	7,44
T°	°C	17,3	17,3	17,3	17,3
Turbidez	UNT	24	24	23	22
Color	mg/l ⁻¹	121	123	119	115
Conductividad eléctrica	uS/ cm ²	50.4	52.3	54.8	51.6
Parámetros inorgánicos no metálicos					
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	20,98	23,36	24,56	22,48
Cloruros	ppmCl ⁻¹	31,23	31,52	31,72	32,18
Dureza	ppm CaCO ₃	62,80	60,75	58,94	64,25
Parámetros microbiológicos					
Coliformes fecales	UFC/100m	6	4	5	5

La (Tabla 08) muestra los resultados físico químicos y microbiológicos de las muestras filtradas por antracita analizados en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto de la Investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva (INDES-CES).

Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por 50 % cuarzo – 50 % antracita

Una vez realizado las filtraciones por 50 % cuarzo – 50 % antracita. Se evaluó los parámetros físico-químicos y microbiológicos, analizando la cantidad de pH, temperatura, turbidez, color, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, coliformes fecales. (Ver Tabla 09).

Tabla 09: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por 50 % cuarzo- 50 % antracita.

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras filtradas por 50 % cuarzo – 50 % antracita					
Parámetros físicos					
Parámetros	U.D	Resultados			
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
pH	pH	7,70	7,75	7,72	7,71
T°	°C	16,6	16,6	16,6	16,6
Turbidez	UNT	29	31	30	32
Color	mg/l ⁻¹	162	182	180	184
Conductividad eléctrica	uS/ cm ²	45.3	43.2	38.5	41.2
Parámetros inorgánicos no metálicos					
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	38,15	40,26	42,98	41,22
Cloruros	ppmCl ⁻¹	23,25	24,76	24,98	23,78
Dureza	ppm CaCO ₃	43,18	41,31	43,74	42,93
Parámetros microbiológicos					
Coliformes fecales	UFC/100ml	10	12	10	9

La (Tabla 09) muestra los resultados físico químicos y microbiológicos de las muestras filtradas por 50 % cuarzo – 50 % antracita el cuarzo en sus tres graduaciones analizados en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto de la Investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva (INDES-CES).

Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por 30 % cuarzo – 70 % antracita

Una vez realizado las filtraciones por 30 % cuarzo – 70% antracita. Se evaluó los parámetros físico-químicos y microbiológicos, analizando la cantidad de pH, temperatura, turbidez, color, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, coliformes fecales. (Ver Tabla 10).

Tabla 10: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por 30 % cuarzo- 70 % antracita.

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras filtradas por 30 % cuarzo – 70 % antracita					
Parámetros físicos					
Parámetros	U.D	Resultados			
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
pH	pH	7,81	7,82	7,76	7,75
T°	°C	17	17	17	17
Turbidez	UNT	25	26	25	23
Color	mg/l ⁻¹	118	122	124	120
Conductividad eléctrica	uS/ cm ²	49.6	48.7	52.9	53.7
Parámetros inorgánicos no metálicos					
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	23,12	24,56	22,14	23,45
Cloruros	ppmCl ⁻¹	30,18	32,15	31,18	31,86
Dureza	ppm CaCO ₃	60,28	61,56	59,94	60,75
Parámetros microbiológicos					
Coliformes fecales	UFC/100ml	7	5	6	6

La (Tabla 10) muestra los resultados físico químicos y microbiológicos de las muestras filtradas por 30 % cuarzo – 70 % antracita el cuarzo en sus tres graduaciones analizados en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto de la Investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva (INDES-CES).

Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por 70 % cuarzo – 30 % antracita

Una vez realizado las filtraciones por 70 % cuarzo – 30% antracita. Se evaluó los parámetros físico-químicos y microbiológicos, analizando la cantidad de pH, temperatura, turbidez, color, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, coliformes fecales. (Ver Tabla 11).

Tabla 11: Características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras filtradas por 70% cuarzo- 30% antracita.

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras filtradas por 70 % cuarzo – 30 % antracita						
Parámetros físicos						
Parámetros	U.D	Resultados				
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
pH	pH	7,90	7,92	7,84	7,82	
T°	°C	17,5	17,5	17,5	17,5	
Turbidez	UNT	36	34	31	32	
Color	mg/l ⁻¹	198	196	182	190	
Conductividad eléctrica	uS/ cm ²	31.2	28.8	30.2	32.6	
Parámetros inorgánicos no metálicos						
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	56,92	58,62	57,42	58,64	
Cloruros	ppmCl ⁻¹	20,14	21,12	20,22	21,62	
Dureza	ppm CaCO ₃	34,15	35,64	37,26	36,15	
Parámetros microbiológicos						
Coliformes fecales	UFC/100ml	14	15	15	14	

La (Tabla 11) muestra los resultados físico químicos y microbiológicos de las muestras filtradas por 70 % cuarzo – 30 % antracita el cuarzo en sus tres graduaciones analizados en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto de la Investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva (INDES-CES).

3.2. Proceso estadístico aplicado al diseño completamente al azar

Análisis de varianza para el parámetro pH

Datos Tabla 12: Datos del parámetro pH

TRATAMIENTOS	REP. 01	REP. 02	REP. 03	REP. 04
TRAT. 01	6,66	6,95	7,12	6,77
TRAT. 02	7,80	7,94	7,86	7,74
TRAT. 03	7,40	7,46	7,36	7,44
TRAT. 04	7,70	7,75	7,72	7,71
TRAT. 05	7,81	7,82	7,76	7,75
TRAT.06	7,90	7,92	7,84	7,82
TOTAL				182

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_a : Al menos dos tratamientos son diferentes.

$$N = 24$$

$$n = 4$$

$$\Sigma y_{ij} = 182$$

$$\Sigma y_{ij}^2 = 1383,27$$

$$T_i = 27,5; 31, 34; 29,66; 30,88; 31,14; 31,48$$

$$\Sigma t_i^2 = 5532,43$$

$$F_{\text{corrección}} = \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{N} = 1380,17$$

$$S_{CT} = \Sigma y_{ij}^2 - F_{\text{corrección}}$$

$$S_{CT} = 1383,27 - 1380,17 = 3,10$$

$$S_{ct} = \frac{(\Sigma t_i^2)}{n} - F_{\text{corrección}} = \frac{5532,43}{4} - 1380,17 = 2,94$$

Análisis de varianza

Tabla 13: Análisis de varianza del parámetro pH

FACTOR DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	F (5 %)	F (1 %)
TRAT.	5	2,94	0,59	65,56 **	2,77	4,25
ERROR	18	0,16	0,009			
TOTAL	23	3,10				

Conclusión: Se rechaza la H_0 , existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos con respecto al pH, por ende existe diferencia altamente significativa cuando el F calculado es mayor al F tabulado al 5 % y al F tabulado al 1 %, significativo cuando uno de los dos F tabulado ya sea el 5 % o 1 es mayor que el F calculado y no significativo cuando los F tabulado al 5 % y al 1 % son mayores que el F calculado, como muestra la tabla 13 el F calculado es 65,56 y los F tabulados al 5 % es 2,77 al 1 % es 4,25 por esta razón se considera que existe diferencia altamente significativa y se expresa con dos asteriscos (**) cuando es altamente significativo, con uno cuando es significativo (*) y no significativo (ns) según la nomenclatura estadística.

Prueba de comparaciones múltiples (DMS)

$$DMS = t_1 \left(\frac{\alpha}{2}; glEE \right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot CMEE}{n}}$$

$$DMS = (0,025; 18) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (0,009)}{4}}$$

$$DMS = (2, 101) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (0,009)}{4}}$$

$$DMS = 0,14$$

Orden de mayor a menor

$$T_1 = \frac{27,5}{4} = 6,88$$

$$T_6 = 7,87$$

$$T_2 = \frac{31,34}{4} = 7,84$$

$$T_2 = 7,84$$

$$T_3 = \frac{29,66}{4} = 7,42$$

$$T_5 = 7,79$$

$$T_4 = \frac{30,88}{4} = 7,72$$

$$T_4 = 7,72$$

$$T_5 = \frac{31,14}{4} = 7,79$$

$$T_3 = 7,42$$

$$T_6 = \frac{31,48}{4} = 7,87$$

$$T_1 = 6,88$$

$$T_6 - T_2 = 0,03 < 0,14 \text{ ----- } T_6 = T_2$$

$$T_6 - T_5 = 0,08 < 0,14 \text{ ----- } T_6 = T_5$$

$$T_6 - T_4 = 0,15 > 0,14 \text{ ----- } T_6 \# T_4; T_6 \# T_3; T_6 \# T_1$$

$$T_2 - T_5 = 0,05 < 0,14 \text{ ----- } T_2 = T_5$$

$$T_2 - T_4 = 0,12 < 0,14 \text{ ----- } T_2 = T_4$$

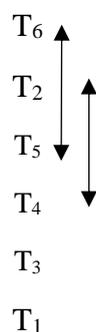
$$T_2 - T_3 = 0,42 > 0,14 \text{ ----- } T_2 \# T_3; T_2 \# T_1$$

$$T_5 - T_4 = 0,07 < 0,14 \text{ ----- } T_5 = T_4$$

$$T_5 - T_3 = 0,37 > 0,14 \text{ ----- } T_5 \# T_3; T_5 \# T_1$$

$$T_4 - T_3 = 0,3 > 0,14 \text{ ----- } T_4 \# T_3; T_4 \# T_1$$

$$T_3 - T_1 = 0,54 > 0,14 \text{ ----- } T_3 \# T_1$$



El tratamiento con mayor pH es el T_6 a pesar de tener el mismo comportamiento que el T_2 Y T_5 ; y el menor pH presenta el T_1 .

Análisis de varianza para el parámetro turbidez

Datos

Tabla 14: Datos del parámetro turbidez

TRATAMIENTOS	REP. 01	REP. 02	REP. 03	REP. 04
TRAT. 01	43	43	43	43
TRAT. 02	34	35	35	36
TRAT. 03	24	24	23	22
TRAT. 04	29	31	30	32
TRAT. 05	25	26	25	23
TRAT.06	36	34	31	32
TOTAL				759

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_a : Al menos dos tratamientos son diferentes.

$$N = 24$$

$$n = 4$$

$$\Sigma y_{ij} = 759$$

$$\Sigma y_{ij}^2 = 25081$$

$$T_i = 172; 140; 93; 122; 99; 133$$

$$\Sigma t_i^2 = 100207$$

$$F_{\text{corrección}} = \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{N} = 24003,38$$

$$S_{CT} = 25081 - 24003,38 = 1077,63$$

$$S_{ct} = \frac{(\Sigma t_i^2)}{n} - F_{\text{corrección}} = \frac{100207}{4} - 24003,38 = 1048,38$$

Tabla 15: Análisis de varianza del parámetro turbidez

FACTOR DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	F (5 %)	F (1 %)
TRAT.	5	1048,38	209,68	129,03 **	2,77	4,25
ERROR	18	29,25	1,63			
TOTAL	23	1077,63				

Conclusión: Se rechaza la H_0 , existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos con respecto a la turbidez. por ende existe diferencia altamente significativa cuando el F calculado es mayor al F tabulado al 5 % y al F tabulado al 1 %, significativo cuando uno de los dos F tabulado ya sea el 5 % o 1 es mayor que el F calculado y no significativo cuando los F tabulado al 5 % y al 1 % son mayores que el F calculado, como muestra la tabla 15 el F calculado es 129,68 y los F tabulados al 5 % es 2,77 al 1 % es 4,25 por esta razón se considera que existe diferencia altamente significativa y se expresa con dos asteriscos (**) cuando es altamente significativo, con uno cuando es significativo (*) y no significativo (ns) según la nomenclatura estadística.

Prueba de comparaciones múltiples (DMS)

$$\mathbf{DMS} = t_1 \left(\frac{\alpha}{2}; glEE \right) \cdot \sqrt{\frac{2 \mathbf{CMEE}}{n}}$$

$$\mathbf{DMS} = (0,025; 18) \cdot \sqrt{\frac{2(1,63)}{4}}$$

$$\mathbf{DMS} = (2, 101) \cdot \sqrt{\frac{2(1,63)}{4}}$$

$$\mathbf{DMS} = 1,90$$

Orden de mayor a menor

$$T_1 = \frac{172}{4} = 43$$

$$T_1 = 43$$

$$T_2 = \frac{140}{4} = 35$$

$$T_2 = 35$$

$$T_3 = \frac{93}{4} = 23,25$$

$$T_6 = 33,25$$

$$T_4 = \frac{122}{4} = 30,5$$

$$T_4 = 30,5$$

$$T_5 = \frac{99}{4} = 24,75$$

$$T_5 = 24,75$$

$$T_6 = \frac{133}{4} = 33,25$$

$$T_3 = 23,25$$

$$T_1 - T_2 = 8 > 1,90 \text{ ----- } T_1 \# T_2; T_1 \# T_6; T_1 \# T_4; T_1 \# T_5; T_1 \# T_3$$

$$T_2 - T_6 = 1,75 < 1,90 \text{ ----- } T_2 = T_6$$

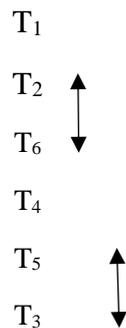
$$T_2 - T_4 = 4,5 > 1,90 \text{ ----- } T_2 \# T_4; T_2 \# T_5; T_2 \# T_3$$

$$T_6 - T_4 = 2,75 > 1,90 \text{ ----- } T_6 \# T_4; T_6 \# T_5; T_6 \# T_3$$

$$T_4 - T_5 = 5,75 > 1,90 \text{ ----- } T_4 \# T_5; T_4 \# T_3$$

$$T_5 - T_3 = 1,5 < 1,90 \text{ ----- } T_5 = T_3$$

$$T_5 - T_3 = 5,5 < 2,34 \text{ ----- } T_5 \# T_3$$



El tratamiento con mayor turbidez es el T₁, y el de menor turbidez el T₃, a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₅

Análisis de varianza para el parámetro color

Datos

Tabla 16: Datos del parámetro color

TRATAMIENTOS	REP. 01	REP. 02	REP. 03	REP. 04
TRAT. 01	246	246	246	246
TRAT. 02	196	194	190	195
TRAT. 03	121	123	119	115
TRAT. 04	162	182	180	184
TRAT. 05	118	122	124	120
TRAT.06	198	196	182	190
TOTAL				4195

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_a : Al menos dos tratamientos son diferentes.

$$N = 24$$

$$n = 4$$

$$\Sigma y_{ij} = 4195$$

$$\Sigma y_{ij}^2 = 780449$$

$$T_i = 984; 775; 478; 708; 484; 766$$

$$\Sigma t_i^2 = 3119641$$

$$F_{\text{corrección}} = \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{N} = 733251,04$$

$$S_{CT} = \Sigma y_{ij}^2 - F_{\text{corrección}}$$

$$S_{CT} = 780449 - 733251,04 = 47197,96$$

$$S_{ct} = \frac{(\Sigma t_i^2)}{n} - F_{\text{corrección}} = \frac{3119641}{4} - 733251,04 = 46659,21$$

Análisis de varianza

Tabla 17: Análisis de varianza del parámetro color

FACTOR DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	F (5 %)	F (1 %)
TRAT.	5	46659,21	9331,84	311,78 **	2,77	4,25
ERROR	18	538,75	29,93			
TOTAL	23	47197,96				

Conclusión: Se rechaza la H_0 , existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos con respecto al color, por ende existe diferencia altamente significativa cuando el F calculado es mayor al F tabulado al 5 % y al F tabulado al 1 %, significativo cuando uno de los dos F tabulado ya sea el 5 % o 1 es mayor que el F calculado y no significativo cuando los F tabulado al 5 % y al 1 % son mayores que el F calculado, como muestra la tabla 17 el F calculado es 311,78 y los F tabulados al 5 % es 2,77 al 1 % es 4,25 por esta razón se considera que existe diferencia altamente significativa y se expresa con dos asteriscos (**) cuando es altamente significativo, con uno cuando es significativo (*) y no significativo (ns) según la nomenclatura estadística.

Prueba de comparaciones múltiples (DMS)

$$DMS = t_1 \left(\frac{\alpha}{2}; glEE \right) \cdot \sqrt{\frac{2 CMEE}{n}}$$

$$DMS = (0,025; 18) \cdot \sqrt{\frac{2 (29,93)}{4}}$$

$$DMS = (2, 101) \cdot \sqrt{\frac{2 (29,93)}{4}}$$

$$DMS = 8,13$$

Orden de mayor a menor

$$T_1 = \frac{984}{4} = 246$$

$$T_1 = 246$$

$$T_2 = \frac{775}{4} = 193,75$$

$$T_2 = 193,75$$

$$T_3 = \frac{478}{4} = 119,5$$

$$T_6 = 191,5$$

$$T_4 = \frac{708}{4} = 177$$

$$T_4 = 177$$

$$T_5 = \frac{484}{4} = 121$$

$$T_5 = 121$$

$$T_6 = \frac{766}{4} = 191,5$$

$$T_3 = 119,5$$

$$T_1 - T_2 = 52,25 > 8,13 \text{ ----- } T_1 \# T_2; T_1 \# T_6; T_1 \# T_4; T_1 \# T_5; T_1 \# T_3$$

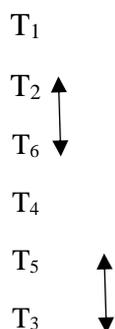
$$T_2 - T_6 = 2,25 < 8,13 \text{ ----- } T_2 = T_6$$

$$T_2 - T_4 = 16,75 > 8,13 \text{ ----- } T_2 \# T_4; T_2 \# T_5; T_2 \# T_3$$

$$T_6 - T_4 = 14,5 > 8,13 \text{ ----- } T_6 \# T_4; T_6 \# T_5; T_6 \# T_3$$

$$T_4 - T_5 = 56 > 8,13 \text{ ----- } T_4 \# T_5; T_4 \# T_3$$

$$T_5 - T_3 = 1,5 > 8,13 \text{ ----- } T_5 = T_3$$



El tratamiento con mayor color es el T₁, y el de menor turbidez el T₃, a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₅

Análisis de varianza para el parámetro conductividad eléctrica

Tabla 18: Datos del parámetro conductividad eléctrica

Datos

TRATAMIENTOS	REP. 01	REP. 02	REP. 03	REP. 04
TRAT. 01	48,3	47,4	47,1	48,6
TRAT. 02	30,3	28,6	29,9	30,8
TRAT. 03	50,4	52,3	54,8	51,6
TRAT. 04	45,3	43,2	38,5	41,2
TRAT. 05	49,6	48,7	52,9	53,7
TRAT.06	31,20	28,8	30,2	32,6
TOTAL				1016

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_a : Al menos dos tratamientos son diferentes.

$$N = 24$$

$$n = 4$$

$$\Sigma y_{ij} = 1016$$

$$\Sigma y_{ij}^2 = 45069,42$$

$$T_i = 191,4; 119,6; 209,1; 168,2; 204,9; 122,8$$

$$\Sigma t_i^2 = 180016,02$$

$$F_{\text{corrección}} = \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{N} = 43010,67$$

$$S_{CT} = \Sigma y_{ij}^2 - F_{\text{corrección}}$$

$$S_{CT} = 45069,42 - 43010,67 = 2058,75$$

$$S_{ct} = \frac{(\Sigma t_i^2)}{n} - F_{\text{corrección}} = \frac{180016,02}{4} - 43010,67 = 1993,34$$

Análisis de varianza

Tabla 19: Análisis de varianza del parámetro conductividad eléctrica

FACTOR DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	F (5 %)	F (1 %)
TRAT.	5	1993,34	398,67	109,71 **	2,77	4,25
ERROR	18	65,41	3,63			
TOTAL	23	2058,75				

Conclusión: Se rechaza la H_0 , existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos con respecto a la conductividad eléctrica, por ende existe diferencia altamente significativa cuando el F calculado es mayor al F tabulado al 5 % y al F tabulado al 1 %, significativo cuando uno de los dos F tabulado ya sea el 5 % o 1 es mayor que el F calculado y no significativo cuando los F tabulado al 5 % y al 1 % son mayores que el F calculado, como muestra la tabla 19 el F calculado es 109,71 y los F tabulados al 5 % es 2,77 al 1 % es 4,25 por esta razón se considera que existe diferencia altamente significativa y se expresa con dos asteriscos (**) cuando es altamente significativo, con uno cuando es significativo (*) y no significativo (ns) según la nomenclatura estadística.

Prueba de comparaciones múltiples (DMS)

$$\mathbf{DMS} = t_1 \left(\frac{\alpha}{2}; glEE \right) \cdot \sqrt{\frac{2 \mathbf{CMEE}}{n}}$$

$$\mathbf{DMS} = (0,025; 18) \cdot \sqrt{\frac{2(3,63)}{4}}$$

$$\mathbf{DMS} = (2, 101) \cdot \sqrt{\frac{2(3,63)}{4}}$$

$$\mathbf{DMS} = 2,83$$

Orden de mayor a menor

$$T_1 = \frac{191,4}{4} = 47,85$$

$$T_3 = 52,28$$

$$T_2 = \frac{119,6}{4} = 29,9$$

$$T_5 = 51,2277$$

$$T_3 = \frac{209,1}{4} = 52,28$$

$$T_1 = 47,85$$

$$T_4 = \frac{168,2}{4} = 42,05$$

$$T_4 = 42,05$$

$$T_5 = \frac{204,9}{4} = 51,22$$

$$T_6 = 30,7$$

$$T_6 = \frac{122,8}{4} = 30,7$$

$$T_2 = 29,9$$

$$T_3 - T_5 = 1,06 < 2,83 \quad \text{-----} \quad T_3 = T_5$$

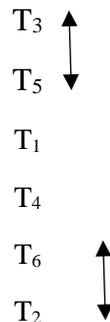
$$T_3 - T_1 = 4,43 > 2,83 \quad \text{-----} \quad T_3 \# T_1; T_3 \# T_4; T_3 \# T_6; T_3 \# T_2$$

$$T_5 - T_1 = 3,37 > 2,83 \quad \text{-----} \quad T_5 \# T_1; T_5 \# T_4; T_5 \# T_6; T_5 \# T_2$$

$$T_1 - T_4 = 5,8 > 2,83 \quad \text{-----} \quad T_1 \# T_4; T_1 \# T_6; T_1 \# T_2$$

$$T_4 - T_6 = 11,35 > 2,83 \quad \text{-----} \quad T_4 \# T_6; T_4 \# T_2$$

$$T_6 - T_2 = 0,8 < 2,83 \quad \text{-----} \quad T_6 = T_2$$



El tratamiento con mayor conductividad eléctrica es el T₃, a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₅, y el de menor conductividad eléctrica el T₂ a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₆

Análisis de varianza para el parámetro alcalinidad

Datos

Tabla 20: Datos del parámetro alcalinidad

TRATAMIENTOS	REP. 01	REP. 02	REP. 03	REP. 04
TRAT. 01	50	50,3	51,2	50,4
TRAT. 02	58,24	59,36	60,12	59,98
TRAT. 03	20,98	23,36	24,56	22,48
TRAT. 04	38,15	40,26	42,98	41,22
TRAT. 05	23,12	24,56	22,14	23,45
TRAT.06	56,92	58,62	57,42	58,64
TOTAL				1018,46

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_a : Al menos dos tratamientos son diferentes.

$$N = 24$$

$$n = 4$$

$$\Sigma y_{ij} = 1018,46$$

$$\Sigma y_{ij}^2 = 48625,97$$

$$T_i = 201,9; 237,7; 91,38; 162,61; 93,27; 231,6$$

$$\Sigma t_i^2 = 194395,07$$

$$F_{\text{corrección}} = \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{N} = 43219,20$$

$$S_{CT} = \Sigma y_{ij}^2 - F_{\text{corrección}}$$

$$S_{CT} = 48625,97 - 43219,20 = 5406,77$$

$$S_{ct} = \frac{(\Sigma t_i^2)}{n} - F_{\text{corrección}} = \frac{194395,07}{4} - 43219,20 = 5379,57$$

Análisis de varianza

Tabla 21: Análisis de varianza del parámetro alcalinidad

FACTOR DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	F (5 %)	F (1 %)
TRAT.	5	5379,57	1075,91	712,01 **	2,77	4,25
ERROR	18	27,2	1,51			
TOTAL	23	5406,77				

Conclusión: Se rechaza la H_0 , existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos con respecto a la alcalinidad, por ende existe diferencia altamente significativa cuando el F calculado es mayor al F tabulado al 5 % y al F tabulado al 1 %, significativo cuando uno de los dos F tabulado ya sea el 5 % o 1 es mayor que el F calculado y no significativo cuando los F tabulado al 5 % y al 1 % son mayores que el F calculado, como muestra la tabla 21 el F calculado es 712,01 y los F tabulados al 5 % es 2,77 al 1 % es 4,25 por esta razón se considera que existe diferencia altamente significativa y se expresa con dos asteriscos (**) cuando es altamente significativo, con uno cuando es significativo (*) y no significativo (ns) según la nomenclatura estadística.

Prueba de comparaciones múltiples (DMS)

$$DMS = t_1 \left(\frac{\alpha}{2}; glEE \right) \cdot \sqrt{\frac{2 CMEE}{n}}$$

$$DMS = (0,025; 18) \cdot \sqrt{\frac{2(1,51)}{4}}$$

$$DMS = (2, 101) \cdot \sqrt{\frac{2(1,51)}{4}}$$

$$DMS = 1,83$$

Orden de mayor a menor

$$T_1 = \frac{201,9}{4} = 50,48$$

$$T_2 = 59,43$$

$$T_2 = \frac{237,7}{4} = 59,43$$

$$T_6 = 57,9$$

$$T_3 = \frac{91,38}{4} = 22,85$$

$$T_1 = 50,48$$

$$T_4 = \frac{162,61}{4} = 40,65$$

$$T_4 = 40,65$$

$$T_5 = \frac{93,27}{4} = 23,31$$

$$T_5 = 23,31$$

$$T_6 = \frac{231,6}{4} = 57,9$$

$$T_3 = 28,85$$

$$T_2 - T_6 = 1,53 < 1,83 \text{ ----- } T_2 = T_6$$

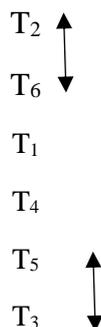
$$T_2 - T_1 = 8,95 > 1,83 \text{ ----- } T_2 \# T_1; T_2 \# T_4; T_2 \# T_5; T_2 \# T_3$$

$$T_6 - T_1 = 7,42 > 1,83 \text{ ----- } T_6 \# T_1; T_6 \# T_4; T_6 \# T_5; T_6 \# T_3$$

$$T_1 - T_4 = 9,82 > 1,83 \text{ ----- } T_1 \# T_4; T_1 \# T_5; T_1 \# T_3$$

$$T_4 - T_5 = 17,34 > 1,83 \text{ ----- } T_4 \# T_5; T_4 \# T_3$$

$$T_5 - T_3 = 0,47 < 1,83 \text{ ----- } T_5 = T_3$$



El tratamiento con mayor alcalinidad es el T₂, a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₆, y el de menor alcalinidad es el T₃, a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₅.

Análisis de varianza para el parámetro cloruros

Datos

Tabla 22: Datos del parámetro cloruros

TRATAMIENTOS	REP. 01	REP. 02	REP. 03	REP. 04
TRAT. 01	26,82	28,24	27,14	26,48
TRAT. 02	19,86	19,92	18,36	20,54
TRAT. 03	31,23	31,52	31,72	32,18
TRAT. 04	23,25	24,76	24,98	23,78
TRAT. 05	30,18	32,15	31,18	31,86
TRAT. 06	20,14	21,12	20,22	21,62
TOTAL				619,25

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_a : Al menos dos tratamientos son diferentes.

$$N = 24$$

$$n = 4$$

$$\Sigma y_{ij} = 619,25$$

$$\Sigma y_{ij}^2 = 16518,08$$

$$T_i = 108,68; 78,68; 126,65; 96,77; 125,37; 83,1$$

$$\Sigma t_i^2 = 66029,79$$

$$F_{\text{corrección}} = \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{N} = 15977,94$$

$$S_{CT} = \Sigma y_{ij}^2 - F_{\text{corrección}}$$

$$S_{CT} = 16518,08 - 15977,94 = 540,14$$

$$S_{ct} = \frac{(\Sigma t_i^2)}{n} - F_{\text{corrección}} = \frac{66029,79}{4} - 15977,94 = 529,51$$

Análisis de varianza

Tabla 23: Análisis de varianza del parámetro cloruros

FACTOR DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	F (5 %)	F (1 %)
TRAT.	5	529,51	105,90	179,33 **	2,77	4,25
ERROR	18	10,63	0,59			
TOTAL	23	540,14				

Conclusión: Se rechaza la H_0 , existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos con respecto a los cloruros, por ende existe diferencia altamente significativa cuando el F calculado es mayor al F tabulado al 5 % y al F tabulado al 1 %, significativo cuando uno de los dos F tabulado ya sea el 5 % o 1 es mayor que el F calculado y no significativo cuando los F tabulado al 5 % y al 1 % son mayores que el F calculado, como muestra la tabla 23 el F calculado es 179,33 y los F tabulados al 5 % es 2,77 al 1 % es 4,25 por esta razón se considera que existe diferencia altamente significativa y se expresa con dos asteriscos (**) cuando es altamente significativo, con uno cuando es significativo (*) y no significativo (ns) según la nomenclatura estadística.

Prueba de comparaciones múltiples (DMS)

$$\mathbf{DMS} = t_1 \left(\frac{\alpha}{2}; glEE \right) \cdot \sqrt{\frac{2 \mathbf{CMEE}}{n}}$$

$$\mathbf{DMS} = (0,025; 18) \cdot \sqrt{\frac{2(0,59)}{4}}$$

$$\mathbf{DMS} = (2, 101) \cdot \sqrt{\frac{2(0,59)}{4}}$$

$$\mathbf{DMS} = 1,14$$

Orden de mayor a menor

$$T_1 = \frac{108,68}{4} = 27,17$$

$$T_3 = 31,66$$

$$T_2 = \frac{78,68}{4} = 19,67$$

$$T_5 = 31,34$$

$$T_3 = \frac{126,65}{4} = 31,66$$

$$T_1 = 27,17$$

$$T_4 = \frac{96,77}{4} = 24,19$$

$$T_4 = 24,19$$

$$T_5 = \frac{125,37}{4} = 31,34$$

$$T_6 = 20,78$$

$$T_6 = \frac{83,1}{4} = 20,78$$

$$T_2 = 19,67$$

$$T_3 - T_5 = 0,32 < 1,14 \text{ ----- } T_3 = T_5$$

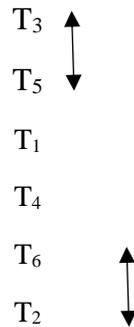
$$T_3 - T_1 = 4,49 > 1,14 \text{ ----- } T_3 \# T_1; T_3 \# T_4; T_3 \# T_6; T_3 \# T_2$$

$$T_5 - T_1 = 4,17 > 1,14 \text{ ----- } T_5 \# T_1; T_5 \# T_4; T_5 \# T_6; T_5 \# T_2$$

$$T_1 - T_4 = 2,97 > 1,14 \text{ ----- } T_1 \# T_4; T_1 \# T_6; T_1 \# T_2$$

$$T_4 - T_6 = 3,41 > 1,14 \text{ ----- } T_4 \# T_6; T_4 \# T_2$$

$$T_6 - T_2 = 1,11 < 1,14 \text{ ----- } T_6 = T_2$$



El tratamiento con mayor cloruro es el T₃, a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₅, y el de menor cloruro es el T₂, a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₆.

Análisis de varianza para el parámetro dureza

Datos

Tabla 24: Datos del parámetro dureza

TRATAMIENTOS	REP. 01	REP. 02	REP. 03	REP. 04
TRAT. 01	38,26	39,24	38,96	40,1
TRAT. 02	34,76	35,2	34,82	35,1
TRAT. 03	62,80	60,75	58,94	64,25
TRAT. 04	43,18	41,31	43,74	42,93
TRAT. 05	60,28	61,56	59,94	60,75
TRAT.06	34,15	35,64	37,26	36,15
TOTAL				1100,09

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_a : Al menos dos tratamientos son diferentes.

$$N = 24$$

$$n = 4$$

$$\Sigma y_{ij} = 1100,09$$

$$\Sigma y_{ij}^2 = 53424,67$$

$$T_i = 156,58; 139,88; 246,74; 171,16; 242,53; 143,2$$

$$\Sigma t_i^2 = 213587,12$$

$$F_{\text{corrección}} = \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{N} = 50424,92$$

$$S_{CT} = \Sigma y_{ij}^2 - F_{\text{corrección}}$$

$$S_{CT} = 53424,67 - 50424,92 = 2999,75$$

$$S_{ct} = \frac{(\Sigma t_i^2)}{n} - F_{\text{corrección}} = \frac{213587,12}{4} - 50424,92 = 2971,86$$

Análisis de varianza

Tabla 25: Análisis de varianza del parámetro dureza

FACTOR DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	F (5 %)	F (1 %)
TRAT.	5	2971,86	594,37	383,47 **	2,77	4,25
ERROR	18	27,89	1,55			
TOTAL	23	2999,75				

Conclusión: Se rechaza la H_0 , existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos con respecto a la dureza, por ende existe diferencia altamente significativa cuando el F calculado es mayor al F tabulado al 5 % y al F tabulado al 1 %, significativo cuando uno de los dos F tabulado ya sea el 5 % o 1 es mayor que el F calculado y no significativo cuando los F tabulado al 5 % y al 1 % son mayores que el F calculado, como muestra la tabla 23 el F calculado es 384,47 y los F tabulados al 5 % es 2,77 al 1 % es 4,25 por esta razón se considera que existe diferencia altamente significativa y se expresa con dos asteriscos (**) cuando es altamente significativo, con uno cuando es significativo (*) y no significativo (ns) según la nomenclatura estadística.

Prueba de comparaciones múltiples (DMS)

$$DMS = t_1 \left(\frac{\alpha}{2}; glEE \right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot CMEE}{n}}$$

$$DMS = (0,025; 18) \cdot \sqrt{\frac{2(1,55)}{4}}$$

$$DMS = (2, 101) \cdot \sqrt{\frac{2(1,55)}{4}}$$

$$DMS = 1,85$$

Orden de mayor a menor

$$T_1 = \frac{156,58}{4} = 39,15$$

$$T_3 = 61,69$$

$$T_2 = \frac{139,88}{4} = 34,97$$

$$T_5 = 60,63$$

$$T_3 = \frac{246,74}{4} = 61,69$$

$$T_4 = 42,79$$

$$T_4 = \frac{171,16}{4} = 42,79$$

$$T_1 = 39,15$$

$$T_5 = \frac{242,53}{4} = 60,63$$

$$T_6 = 35,8$$

$$T_6 = \frac{143,2}{4} = 35,8$$

$$T_2 = 34,97$$

$$T_3 - T_5 = 1,06 > 1,85 \text{ ----- } T_3 = T_5$$

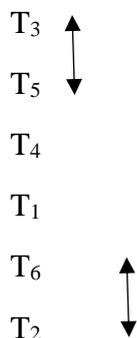
$$T_3 - T_4 = 18,9 < 1,85 \text{ ----- } T_3 \# T_4; T_3 \# T_1; T_3 \# T_6; T_3 \# T_2$$

$$T_5 - T_4 = 17,84 > 1,85 \text{ ----- } T_5 \# T_4; T_5 \# T_1; T_5 \# T_6; T_5 \# T_2$$

$$T_4 - T_1 = 3,64 > 1,85 \text{ ----- } T_4 \# T_1; T_4 \# T_6; T_4 \# T_2$$

$$T_1 - T_6 = 3,35 > 1,85 \text{ ----- } T_1 \# T_6; T_1 \# T_2$$

$$T_6 - T_2 = 0,83 < 1,85 \text{ ----- } T_3 = T_5$$



El tratamiento con mayor dureza es el T₃, a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₅ y el de menor dureza es el T₂, a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₆.

Análisis de varianza para el parámetro coliformes fecales.

Datos

Tabla 26: Datos del parámetro Coliformes Fecales

TRATAMIENTOS	REP. 01	REP. 02	REP. 03	REP. 04
TRAT. 01	16	18	17	15
TRAT. 02	15	14	15	15
TRAT. 03	6	4	5	5
TRAT. 04	10	12	10	9
TRAT. 05	7	5	6	6
TRAT.06	14	15	15	14
TOTAL				268

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_a: Al menos dos tratamientos son diferentes.

$$N = 24$$

$$n = 4$$

$$\Sigma y_{ij} = 268$$

$$\Sigma y_{ij}^2 = 3480$$

$$T_i = 66; 59; 20; 41; 24; 58$$

$$\Sigma t_i^2 = 13858$$

$$F_{\text{corrección}} = \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{N} = 2992,67$$

$$S_{CT} = \Sigma y_{ij}^2 - F_{\text{corrección}}$$

$$S_{CT} = 3480 - 2992,67 = 487,33$$

$$S_{ct} = \frac{(\Sigma t_i^2)}{n} - F_{\text{corrección}} = \frac{13858}{4} - 2992,67 = 471,83$$

Análisis de varianza

Tabla 27: Análisis de varianza del parámetro coliformes fecales

FACTOR DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	F (5 %)	F (1 %)
TRAT.	5	471,83	94,37	261,32 **	2,77	4,25
ERROR	18	6,5	0,36			
TOTAL	23	478,33				

Conclusión: Se rechaza la H_0 , existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos con respecto a los coliformes fecales, por ende existe diferencia altamente significativa cuando el F calculado es mayor al F tabulado al 5 % y al F tabulado al 1 %, significativo cuando uno de los dos F tabulado ya sea el 5 % o 1 es mayor que el F calculado y no significativo cuando los F tabulado al 5 % y al 1 % son mayores que el F calculado, como muestra la tabla 27 el F calculado es 261,32 y los F tabulados al 5 % es 2,77 al 1 % es 4,25 por esta razón se considera que existe diferencia altamente significativa y se expresa con dos asteriscos (**) cuando es altamente significativo, con uno cuando es significativo (*) y no significativo (ns) según la nomenclatura estadística.

Prueba de comparaciones múltiples (DMS)

$$DMS = t_1 \left(\frac{\alpha}{2}; glEE \right) \cdot \sqrt{\frac{2 CMEE}{n}}$$

$$DMS = (0,025; 18) \cdot \sqrt{\frac{2(0,36)}{4}}$$

$$DMS = (2, 101) \cdot \sqrt{\frac{2(0,36)}{4}}$$

$$DMS = 0,89$$

Orden de mayor a menor

$$T_1 = \frac{66}{4} = 16,5$$

$$T_1 = 16,5$$

$$T_2 = \frac{59}{4} = 14,75$$

$$T_2 = 14,75$$

$$T_3 = \frac{20}{4} = 5$$

$$T_6 = 14,5$$

$$T_4 = \frac{41}{4} = 10,25$$

$$T_4 = 10,25$$

$$T_5 = \frac{24}{4} = 6$$

$$T_5 = 6$$

$$T_6 = \frac{58}{4} = 14,5$$

$$T_3 = 5$$

$$T_1 - T_2 = 1,75 > 0,89 \text{ ----- } T_1 \# T_2; T_1 \# T_6; T_1 \# T_4; T_1 \# T_5; T_1 \# T_3$$

$$T_2 - T_6 = 0,25 < 0,8 \text{ ----- } T_2 = T_6$$

$$T_2 - T_4 = 4,5 > 0,89 \text{ ----- } T_2 \# T_4; T_2 \# T_5; T_2 \# T_3$$

$$T_6 - T_4 = 4,25 > 0,89 \text{ ----- } T_6 \# T_4; T_6 \# T_5; T_6 \# T_3$$

$$T_4 - T_5 = 4,25 > 0,89 \text{ ----- } T_4 \# T_5; T_4 \# T_3$$

$$T_5 - T_3 = 1 > 0,89 \text{ ----- } T_5 \# T_3$$

T₁

T₂



T₆

T₄

T₅

T₃

El tratamiento que presenta mayores coliformes fecales es el T₁, y el menor es el T₃

3.2. Resultado del diseño completamente al azar

Tabla 28: Diseño completamente al azar

PARÁMETROS	ANÁLISIS DE VARIANZA F	OBSERVACIÓN
pH	65,56 **	Altamente significativo
TURBIDEZ	129,03 **	Altamente significativo
COLOR	311,78 **	Altamente significativo
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	109,71 **	Altamente significativo
ALCALINIDAD	712,01 **	Altamente significativo
CLORUROS	179,33 **	Altamente significativo
DUREZA	383,47 **	Altamente significativo
COLIFOMES FECALES	261,32 **	Altamente significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo

ns = No significativo

Procesado los datos se obtuvo una tabla resumen para la interpretación de cada uno de los parámetros, se utilizó la nomenclatura estadística de los asteriscos; dos asteriscos (**) para la interpretación altamente significativa, un asterisco (*) para la interpretación significativa, y (ns) no significativo.

Los parámetros que se desarrollaron todos tienen la observación de altamente significativo, esto se debe a que el F calculado es mayor que el F tabulado al 5% y al 1%; esto quiere decir que existe gran diferencia entre los tratamientos.

El parámetro pH el menor valor de los tratamientos fue 6,66 y el mayor 7,94, donde se determinó que todos los valores de los tratamientos están dentro de los límites máximos establecidos por el D.S. N° 031, que son de 6,5-8,5 pH.

3.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples (DMS)

Tabla 29: Prueba de comparaciones de múltiples (DMS)

PARÁMETROS							
pH	TURBIDEZ	COLOR	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	ALCALINIDAD	CLORUROS	DUREZA	COLIFORMES FECALES
T ₆ ↑	T ₁	T ₁	T ₃ ↑	T ₂ ↑	T ₃ ↑	T ₃ ↑	T ₁
T ₂ ↓	T ₂ ↑	T ₂ ↑	T ₅ ↓	T ₆ ↓	T ₅ ↓	T ₅ ↓	T ₂ ↑
T ₅ ↓	T ₆ ↓	T ₆ ↓	T ₁	T ₁	T ₁	T ₄	T ₆ ↓
T ₄ ↓	T ₄	T ₄	T ₄	T ₄	T ₄	T ₁	T ₄
T ₃	T ₅ ↑	T ₅ ↑	T ₆ ↑	T ₅ ↑	T ₆ ↑	T ₆ ↑	T ₅
T ₁	T ₃ ↓	T ₃ ↓	T ₂ ↓	T ₃ ↓	T ₂ ↓	T ₂ ↓	T ₃

Se realizó las pruebas de comparaciones múltiples de cada parámetro con sus tratamientos, esto se realizó con la finalidad de obtener la semejanza en los tratamientos en los mayores y menores de ellos donde nos permitió realizar la discusión.

En el parámetro pH se observó que el T₆, T₂, T₅ tienen semejanza entre ellos y el T₆ tiene el mayor pH, también se observó que hay semejanza en el T₂, T₅, T₄ y el tratamiento con menor pH es el T₁.

En el parámetro turbidez se observó que hay semejanza en los T₂, T₆ Y T₅, T₃; el tratamiento con mayor turbidez es el T₁ y el de menor el T₃ a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₅.

El parámetro color tiene relación con la turbidez, es decir a mayor turbidez mayor color y viceversa, aquí se observó que hay semejanza en los T₂, T₆ Y T₅, T₃, el tratamiento con mayor color es el T₁ y el de menor el T₃ a pesar de tener el mismo comportamiento que el T₅.

El parámetro conductividad eléctrica se da por los aniones y cationes presentes en el agua, en este se observó que el T₃ y T₅ tienen semejanza entre ellos como también el T₆ y T₂; el tratamiento con mayor alcalinidad fue el T₃ y el menor el T₂.

El parámetro alcalinidad se da por los carbonatos presentes en el agua, aquí se observó que hay semejanza en los T₂, T₆ y T₅, T₃, el tratamiento con mayor alcalinidad es el T₂ y el menor el T₃.

El parámetro cloruros se observó que hay semejanza en los T₃, T₅ y T₆, T₂; el tratamiento con mayor número es el T₃ y el menor el T₂.

El parámetro dureza se observó que hay semejanza en los tratamientos T₃, T₅ y T₆, T₂; el tratamiento con mayor número es el T₃ y el menor el T₂.

El parámetro coliformes fecales tiene relación con la turbidez y el color es decir a mayor turbidez mayor color y mayores coliformes fecales y viceversa, se observó que existe semejanza en el T₂ y T₆, el tratamiento con mayor coliformes fecales es el T₁ el menor el T₃.

V. DISCUSIÓN

Al filtrar agua por cuarzo y antracita se obtuvo el pH menor de 7,36 mayor 7,94 (Ver tabla 12) los datos obtenidos están dentro de los valores óptimo para agua de consumo humano, ya que el pH del agua es de 6,5- 8,5. Salmerón (2017). Utilizando carbón antracita y cuarzo como medio filtrante y de soporte en el tratamiento de agua, logro obtener el pH menor de 6,8 y el mayor es 8,2, obteniendo buenos valores de calidad de agua.

La remoción de turbidez es mejor cuando se usa un lecho filtrante de menor diámetro (porosidad), la antracita removió la turbidez en un 45,93% (Ver tabla 03) debido a que el diámetro del lecho filtrante que se utilizó es homogéneo (1/2 pulg.). En su tesis Arana (2016). Obtuvo mejores resultados de remoción de sólidos totales en los filtros de antracita lograron una eficiencia de remoción de turbiedad de hasta un 80%.

El lecho filtrante que removió mayor color es la antracita con una remoción del 51,42% (Ver tabla 04) esto se debe a que el color guarda relación con la turbidez, es decir a mayor remoción de turbidez mayor remoción de color, Según Gonzales (2015). Concluye que los filtros de antracita removió el 70%, esto se hizo posible debido a que el carbón activado antracita tiene una capacidad de absorción que le permite remover los coloides más pequeños.

La conductividad eléctrica disminuyó al usar cuarzo (Ver Tabla 18) debido a que es un buen aislante eléctrico, que se caracteriza por tener una resistencia eléctrica de (350°): 7×10^7 ohm/cm. Salmerón (2017). Utilizando carbón antracita y cuarzo como medio filtrante y de soporte en el tratamiento de agua, logró disminuir la conductividad eléctrica en los filtros de cuarzo.

En relación con los cloruros existe semejanza con la conductividad eléctrica por lo que el uso del cuarzo contribuye a disminuir los cloruros en el agua debido a que es un buen aislante eléctrico. Por lo general existe una relación entre las variaciones de la conductividad eléctrica y las concentraciones de cloruro (Gonzales, M. A. 2017).

Se obtuvo una remoción de 69,70% de coliformes fecales con el lecho filtrante antracita esto es debido a que guarda relación con la turbidez y color, es decir a mayor remoción de turbidez y color mayor remoción de coliformes fecales. Arana (2016). Concluye que en los filtros de antracita la reducción en los coliformes fecales totales fue del 99,9, guardando una estrecha relación en turbidez, color y coliformes fecales

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que la antracita presenta un mayor porcentaje de remoción de turbidez, color y coliformes fecales en un 55,68% a diferencia del cuarzo con porcentaje de remoción de turbidez, color y coliformes fecales de 18,82%, debido al tamaño de graduación de la antracita ½ pulg.
- Se determinó que el cuarzo al ser usado en filtros de diferente granulometría disminuyó su poder de remoción de turbidez, color y coliformes fecales en un 36,86%.
- El agua procedente de la Quebrada Malvinas tuvo valores físico-químicos y microbiológicos iniciales de 43 NTU, 246 Pt/Co, 17 UFC/100mL y luego de pasar por los cinco filtros diseñados los valores físico-químicos y microbiológicos fueron de 22 NTU, 190 Pt/Co, 4 UFC/100mL.

VII. RECOMENDACIONES

- Se debe lavar el lecho filtrante hasta que ya no aporte su color y turbidez al agua para obtener resultados confiables.
- En lugar de la arena convencional se debe colocar en la planta de tratamiento un prefiltro a base de antracita logrando de esa manera una mejor remoción de turbidez, color y coliformes fecales.
- Colocar un sistema de cloración para eliminar a 100% los coliformes fecales, que no fueron atrapados por el lecho filtrante.
- Es importante realizar estudios detallados con una sola graduación de antracita y cuarzo para ver la eficiencia entre ellos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arana, J. (2016). *Evaluación de la aplicación de Antracita en la filtración del agua clarificada del río Cauca* (Tesis de pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.
- Cermona, M. M. y Flores, C. L. (2015). *Estadística aplicada a la investigación*. Morelia, México: Editorial universitaria.
- Chester (2008). *Ingeniería Ambiental*. México: Pearson Educación
- Cruz, H. M. (2005). *Tecnologías apropiadas de agua y saneamiento de los métodos de desinfección de agua*. Santander, España: Calidad.
- Gonzales, C. (2015). *Modelo y manual de operación para la prueba de tratabilidad de filtración* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma, México: Une.
- Gonzales, M. A. (2017). *Problemas de salinización en el acuífero litoral del occidente de huelva*. Huelva, España: Uhu.ES.
- Guevara (2008). *Conversiones de unidades*. Colombia: IRCWD
- Guevara, G. F. (1991). *Manual de Diseño, Operación y Mantenimiento de Filtros. Versión Preliminar*. Cali, Colombia: IRCWD.
- Gualteros, D. L. (2015). *Estudio de la eficiencia de lechos filtrantes para la potabilización de agua proveniente de la Quebrada la Despensa en el Municipio Guaduas Cundinamarca vereda la yerbabuena* (Tesis de grado). Universidad de la Salle, Bogotá.
- Hernández, W. P. (2009). *Diseño y montaje del laboratorio de filtro lento de arena para agua potable* (tesis de pregrado). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, España.

- Jiang, Sivakumar, Wang (2014). *Evaluación global de las relaciones entre el clima y la calidad del agua en ríos grande*. Machuca, Chile: Unwater.
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Lima, Perú: Tiraje.
- Prasad, T. E. (2014). *Influencia de los parámetros químicos y biológicos en la acumulación de sedimentos y magnesio en las redes de distribución de agua* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica, Valencia.
- Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del agua evaluación y diagnóstico* (Tesis de pregrado). Universidad de Medellín, Medellín.
- Rodríguez, B. (2004). *Fundamentos de tecnología química*. Bogotá, España: Reverte, S.A.
- Pacheco, C.T. (2002). *Purificación de agua por medio de filtros lentos de arena en la comunidad de Kuychiro* (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cuzco.
- Salmerón (2017). *Evaluación del carbón antracita y cuarzo como medio filtrante y de soporte, respectivamente, en el tratamiento de agua* (Tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- SUNASS. (2015). *Análisis del agua*. Lima, Perú: GTZ.
- SUNASS. (2015). *parámetros de calidad y límites máximo permisibles*. Lima, Perú: GTZ.
- Torres, C. (2017). Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración. *Salud Pública*, 19(4), 453-459. Páginas.
- Uribe, T. M. (septiembre, 2008). *Políticas peruanas para el agua potable y saneamiento*. Lima, Perú: GTZ.

U. SEVILLA. (2013). *Manual del carbón activo*. Ávila, España: Aguapedia.

Zamora, A. P. (2008). *Selección de tecnologías de sistemas de potabilización de agua*. Cali, Colombia: SSTA.

IX. ANEXOS

Panel Fotográfico

Toma de las cuatro muestras del agua en su estado natural (agua turbia).



Figura 02: Recojo de las muestras en su estado natural.



Figura 03: Obtención de las muestras en su estado natural.



Figura 04: toma de coordenadas.

E = 784505 N= 9400853 H = 630
m.s.n.m Fecha: 14/05/18 Hora: 9am



Figura 05: rotulación de las muestras

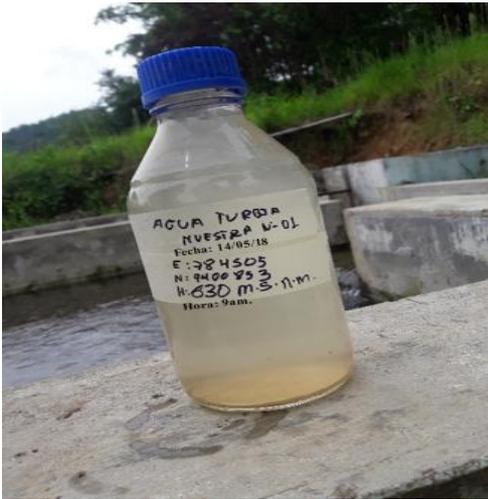


Figura 06: Rotulación de muestra N° 01.



Figura 07: Colocación de la muestra N° 01 en el Cooler.



Figura 08: Rotulación de muestra N°



Figura 09: Colocación de la muestra N° 02 en el Cooler.

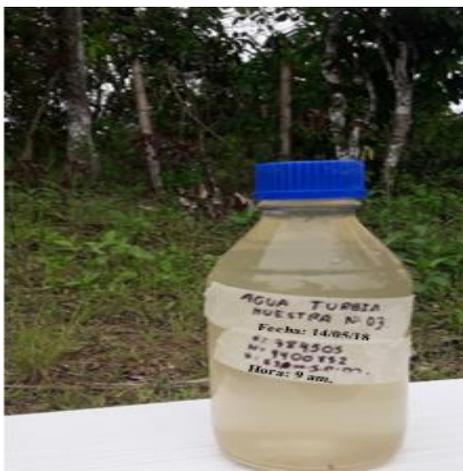


Figura 10: Rotulación de muestra N° 03.



Figura 11: Colocación de la muestra N° 03 en el Cooler.



Figura 12: Rotulación de muestra N°



Figura 13: Colocación de la muestra N° 04 en el Cooler.



Figura 14: Muestras listas para su traslado.



Figura 15: Traslado de las muestras.

Toma de agua para realizar las filtraciones del estudio.



Figura 16: Recolección de los baldes de agua.



Figura 17: baldes de agua utilizada en el estudio.

Lechos filtrantes (Cuarzo y Antracita)



Figura 18: Cuarzo de 2 pulg.



Figura 19: Cuarzo de 1 pulg.



Figura 20: Cuarzo de 1/2 pulg.



Figura 21: Antracita de 12 pulg.

Armado del filtro.



Figura 22: Filtro en proceso



Figura 23: Instalación de duchas.



Figura 24: Filtro y soporte armado



Figura 25: Filtro terminado.

Obtención de muestras



Figura 26: Muestra en su estado natural



Figura 27: Puro Cuarzo



Figura 28: Puro antracita



Figura 29: 50% cuarzo – 50% antracita



Figura N° 30: 30% cuarzo – 70 % antracita



Figura N° 31: 70% cuarzo – 30 % antracita

Análisis Físico



Figura N° 32: Determinación del Ph



Figura 33: Determinación de la conductividad eléctrica y temperatura.



Figura 34: Determinación de la turbidez.

Análisis químico



Figura 35: Determinación de la alcalinidad



Figura 36: Determinación de cloruros



Figura 37: Determinación de dureza

Análisis físico-químicos y microbiológicos

Figura 38: Agua turbia

		Código: CCFT-0036 Verificación: 81
INFORME DE ENSAYO		
INFORME DE ENSAYO N°: LAB11-AA-124		LAB11-AA-125 LAB11-AA-126 LAB11-AA-127
DATOS GENERALES		
RAZÓN SOCIAL O NOMBRE: DIRECCIÓN: RUC / DNI: REFERENCIA: PROCEDENCIA: PRESENTACIÓN: MUESTREADO POR: FECHA DE COLECTA: HORA DE COLECTA: FECHA DE RECEPCIÓN: HORA DE RECEPCIÓN: FECHA DE INICIO DE ENSAYOS: HORA DE INICIO DE ENSAYOS: FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO: HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO:	DELGADO FERNÁNDEZ, ORIA AV. MARCIANO MEIGAR N° 999 BAGAUA (AMAZONAS) 77429423 TESIS ARAMANGO ARAMANGO ARAMANGO ARAMANGO 16/05/2018 07:30:00 a.m. 16/05/2018 10:00:00 a.m. 16/05/2018 16/05/2018 12:00:00 p.m.	16/05/2018 07:30:00 a.m. 16/05/2018 10:00:00 a.m. 16/05/2018 16/05/2018 12:00:00 p.m.
CODIGO DE MUESTRA CLIENTE: TIPO DE AGUA: LUGAR DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	M1 AGUA TURBIA AGUA SUPERFICIAL FO/MB	M2 AGUA TURBIA AGUA SUPERFICIAL FO/MB
AUTORIZADO Y REALIZADO POR: (Firma)	FUNCIONES: Responsable del Área de Aguas	FIRMA: (Firma)
1. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS		
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN		
PARÁMETROS pH T (a 20°C) TURBIDEZ COLORE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	MÉTODO Método 4100-11 APHA, AWWA, WPCF Método 2290-APHA, AWWA, WPCF Método 2120-APHA, AWWA, WPCF Método 2150 APHA, AWWA, WPCF Método 2140 APHA, AWWA, WPCF	U.D. pH °C UNT mg/L µS/cm² mg/L
L. D. - - - - -	LAB11-AA-124 LAB11-AA-125 LAB11-AA-126 LAB11-AA-127	6,56 16,7 43,0 246 56,6 # #
2. RESULTADOS DE ANÁLISIS INORGÁNICOS NO METÁLICOS		
PARÁMETROS ALCALINIDAD CLORURO DUREZA NITRATOS NITRITOS SULFATOS FOSFATOS AMONIO B.O.O. D.O.O.	MÉTODO Método 2200-APHA, AWWA, WPCF Método 4500-CL APHA, AWWA, WPCF Método 2340 APHA, AWWA, WPCF Método 4500-NH4 C APHA, AWWA, WPCF Método 4500-NH3 NADH Diámetro Método 8000 NADH Diámetro de Reactivo	U.D. ppm CaCO3 ppm Cl ppm CaCO3 ppm NO3 ppm NO2 ppm SO4 ppm PO4 ppm NH3 mg/L de O2 mg/L de O2
L. D. - - - - - - - - -	LAB11-AA-124 LAB11-AA-125 LAB11-AA-126 LAB11-AA-127	50,000 31,23 34,760 # # # # # # #
3. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
GRUPO COLIFORMES		
PARÁMETROS COLIFORMES TOTALES COLIFORMES FECALES E. COLI	MÉTODO Método 9211 APHA, AWWA, WPCF (Interpretación Placa Conto) Método 9211 APHA, AWWA, WPCF (Interpretación Placa Conto) Método 9211 APHA, AWWA, WPCF (Interpretación Placa Conto)	U.D. UFC UFC UFC
L. D. - - -	LAB11-AA-124 LAB11-AA-125 LAB11-AA-126 LAB11-AA-127	# 14,0 # # #
GRUPO ESTREPTOCOCOS		
PARÁMETROS DILUCIÓN ESTREPTOCOCOS ENTEROCOCOS	MÉTODO Placa Más Probable Método 4210-0 APHA, AWWA, WPCF (Truena de Tuba Multis) (Método de Tuba Multis) Método 4210-0 APHA, AWWA, WPCF (Truena de Tuba Multis) (Método de Tuba Multis)	U.D. U.P. MPN/100ml MPN/100ml
L. D. - - -	LAB11-AA-124 LAB11-AA-125 LAB11-AA-126 LAB11-AA-127	# # # # #
SALMONELLA		
PARÁMETROS SALMONELLA	MÉTODO Método 8200-0 APHA, AWWA, WPCF (Presencia o Ausencia Cuadrante de Aglutinación y Identificación de Salmonella)	U.D. FRECUENCIA UENSCA
L. D. -	LAB11-AA-124 LAB11-AA-125 LAB11-AA-126 LAB11-AA-127	# # # #
V. CHOLERAE		
PARÁMETROS V. CHOLERAE	MÉTODO Método 8200-0 APHA, AWWA, WPCF (Fibra ciliada)	U.D. FRECUENCIA UENSCA
L. D. -	LAB11-AA-124 LAB11-AA-125 LAB11-AA-126 LAB11-AA-127	# # # #
* OBSERVACIONES		
LAS MUESTRAS FUERON MUESTREADAS Y ANALIZADAS POR EL CLIENTE, A EXCEPCIÓN DEL MB		
Recibí Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora:		
Firma de Conformidad		
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABSAG BLGA JESÚS RASCON BARRIOS RESPONSABLE		

Figura 39: Puro cuarzo

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCTT-0636	Versión: 01				
		INFORME DE ENSAYO					
INFORME DE ENSAYO N° 2		Páginas: 11					
I. DATOS GENERALES							
RAZÓN SOCIAL O NOMBRE DIRECCIÓN RUC / DNI REFERENCIA PROCEDENCIA PRESENTACIÓN MUESTREO POR: FECHA DE COLECTA HORA DE COLECTA FECHA DE RECEPCIÓN HORA DE RECEPCIÓN FECHA DE INICIO DE ENSAYOS HORA DE INICIO DE ENSAYOS FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE TIPO DE AGUA LUGAR DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	ARAMANGO	ARAMANGO ARAMANGO ARAMANGO	ARAMANGO				
AUTORIZADO Y REALIZADO POR: Isaac Rando Barrios		FUNCIONES: Responsable del Área de Aguas	FIRMA:  Isaac Rando Barrios Biólogo C. B. P. 13762				
II. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN							
PARÁMETROS pH T (°C) (sin)	MÉTODO Método 4150F - APHA, AWWA, WPC Método 2250B - APHA, AWWA, WPC	U.D. pH °C	L. D. - -	LAB18-AA-128 7,80 17,3	LAB18-AA-129 7,94 17,3	LAB18-AA-130 7,86 17,3	LAB18-AA-131 7,74 17,62
TURBIDEZ COLOR CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Método 2130 - APHA, AWWA, WPC Método 2130 - APHA, AWWA, WPC Método 2510 B - APHA, AWWA, WPC	U.D. NTU mg/L µS/cm	L. D. - - -	LAB18-AA-128 34,0 160 31,8	LAB18-AA-129 35,0 164 32,0	LAB18-AA-130 35,0 162 31,5	LAB18-AA-131 36,0 179 32,8
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 B - APHA, AWWA, WPC Método 2540 B - APHA, AWWA, WPC	U.D. mg/L mg/L	L. D. - -	LAB18-AA-128 # #	LAB18-AA-129 # #	LAB18-AA-130 # #	LAB18-AA-131 # #
PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS							
ALCALINIDAD CLORIDOS DUREZA NITRATOS NITRITOS SULFATOS FOSFATOS AMONIO B.B.O. ₅ B.O.O.	Método 2240 - APHA, AWWA, WPC Método 4500-Cl - APHA, AWWA, WPC Método 2140 - APHA, AWWA, WPC Método 4500 - APHA, AWWA, WPC	U.D. ppm CaCO ₃ ppm Cl ppm CaCO ₃ ppm NO ₃ ppm NO ₂ ppm SO ₄ ppm PO ₄ ppm NH ₄ mg/L de O ₂ mg/L de O ₂	L. D. - - - - - - - - - -	LAB18-AA-128 72,800 15,20 62,800 # # # # # # # #	LAB18-AA-129 73,500 16,95 60,750 # # # # # # # # #	LAB18-AA-130 80,100 12,60 58,740 # # # # # # # # # #	LAB18-AA-131 75,200 13,62 64,250 # # # # # # # # # #
III. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLOGICO							
GRUPO COLIFORMES							
COLIFORMES TOTALES COLIFORMES FECALES E. COLI	Método 9211 - APHA, AWWA, WPC Método 9211 - APHA, AWWA, WPC Método 9211 - APHA, AWWA, WPC	U.D. UFC/100ml UFC UFC	L. D. - - -	LAB18-AA-128 # 8,0 #	LAB18-AA-129 # 6,0 #	LAB18-AA-130 # 7,0 #	LAB18-AA-131 # 6,0 #
GRUPO ESTREPTOCOCOS							
BILICION ESTREPTOCOCOS ENTEROCOCOS	Método 12010 - APHA, AWWA, WPC Método 12010 - APHA, AWWA, WPC Método 12010 - APHA, AWWA, WPC	U.D. MP NMP NMP	L. D. - - -	LAB18-AA-128 # # #	LAB18-AA-129 # # #	LAB18-AA-130 # # #	LAB18-AA-131 # # #
SALMONELLA							
SALMONELLA	Método 8301 - APHA, AWWA, WPC Procedimiento Normativo Codificado de Análisis y Interpretación de Resultados	U.D. PRESENCIA OSENCIA	L. D. P/A O/A	LAB18-AA-128 # #	LAB18-AA-129 # #	LAB18-AA-130 # #	LAB18-AA-131 # #
V. CHOLERA							
V. CHOLERA	Método 8301 - APHA, AWWA, WPC Método 8301 - APHA, AWWA, WPC	U.D. PRESENCIA OSENCIA	L. D. P/A O/A	LAB18-AA-128 # #	LAB18-AA-129 # #	LAB18-AA-130 # #	LAB18-AA-131 # #
* OBSERVACIONES							
SIN OBSERVACIONES							
Recibi Conforme Nombre: DNI: Fecha y Hora:							
Firma de Conformidad							
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS - LABRAG RESPONSABLE DR. JESÚS RASCON BARRIOS							

Figura 40: Puro antracita

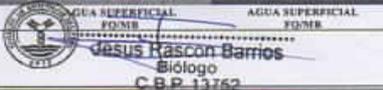
	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS		Código: CCFT-006	Versión: 01			
	INFORME DE ENSAYO		Página: 01				
INFORME DE ENSAYO N°		LAB18-AA-02	LAB18-AA-03	LAB18-AA-134	LAB18-AA-133		
RAZÓN SOCIAL O NOMBRE DIRECCIÓN RUC / DNI REFERENCIA FRECUENCIA PRESENTACIÓN MUESTREO POR FECHA DE COLECTA HORA DE COLECTA FECHA DE RECEPCIÓN HORA DE RECEPCIÓN FECHA DE INICIO DE ENSAYOS HORA DE INICIO DE ENSAYOS FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE TIPO DE AGUA CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE ANÁLISIS		DELGADO FERNANDEZ, ORIA AV. MARCIANO MEIGAR N° 909 BAGUA (AMAZONAS) 7742422 774310 ARAMANGO ARAMANGO ARAMANGO ARAMANGO 1 BOTELLA DE VIDRIO COLOR AMBAR DE 1 L. DELGADO FERNANDEZ, ORIA 16/05/2018 07:30:00 a.m. 16/05/2018 10:00:00 a.m. 16/05/2018 12:00:00 a.m. 16/05/2018 07:30:00 a.m. 16/05/2018 10:00:00 a.m. 16/05/2018 12:00:00 a.m. 16/05/2018 07:30:00 a.m. 16/05/2018 10:00:00 a.m. 16/05/2018 12:00:00 a.m. 16/05/2018 07:30:00 a.m. 16/05/2018 10:00:00 a.m. 16/05/2018 12:00:00 a.m. 20/05/2018 04:00:00 p.m.					
AUTORIZADO Y REALIZADO POR:		FUNCIONES:		FIRMA:			
Jesús Rascon Barrios		Responsable del Área de Agua		 Jesús Rascon Barrios Biólogo C.B.P. 13762			
2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGRAGACIÓN							
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB18-AA-02	LAB18-AA-03	LAB18-AA-134	LAB18-AA-133
pH	Método 4500H ⁺ APHA, AWWA, WPCF	pH	<0.001	7,40	7,46	7,36	7,44
T ° (de aire)	Método 2550B APHA, AWWA, WPCF	°C	<0.1	17,3	17,3	17,3	17,3
TURBIDEZ	-	UNT	<5	24,0	23,0	25,0	21,0
COLOR	Método 2210B APHA, AWWA, WPCF	mg/L	<0.01	121	123	119	115
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Método 2510B APHA, AWWA, WPCF	µS/cm ²	<0.1	34,5	33,0	32,8	35,4
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	-	mg/L	-	#	#	#	#
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540B APHA, AWWA, WPCF	mg/L	<0.1	#	#	#	#
PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS							
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB18-AA-02	LAB18-AA-03	LAB18-AA-134	LAB18-AA-133
ALCALINIDAD	Método 2310B APHA, AWWA, WPCF	ppm CaCO ₃	<0.0	10,000	12,500	14,630	14,680
CLORURO	Método 4500-Cl APHA, AWWA, WPCF	ppm Cl ⁻	<0.200	9,50	9,83	9,15	11,18
DUREZA	Método 2340C APHA, AWWA, WPCF	ppm CaCO ₃	<0.0	60,280	61,560	59,940	60,750
NITRATOS	Método 8000 (IACS)	ppm NO ₃	<0.1	#	#	#	#
NITRITOS	Método 8000 (IACS)	ppm NO ₂	<0.001	#	#	#	#
SULFATOS	Método 1010 APHA, AWWA, WPCF	ppm SO ₄	<1.0	#	#	#	#
FOSFATOS	Método 4500 (IACS)	ppm PO ₄	<0.04	#	#	#	#
AMONIO	Método 4500 NH ₄ Cl APHA, AWWA, WPCF	ppm NH ₄	<0.02	#	#	#	#
B.O.D. y	Método 8000 (IACS) Dignosis de Resaca	mg/L de O ₂	<0.01	#	#	#	#
B.O.D.	Método 8000 (IACS) Dignosis de Resaca	mg/L de O ₂	<0.7	#	#	#	#
3. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO							
GRUPO COLIFORMES							
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB18-AA-02	LAB18-AA-03	LAB18-AA-134	LAB18-AA-133
COLIFORMES TOTALES	Método 9211 APHA, AWWA, WPCF Heterométodo Plate Count	CFU/100mL	0FC	#	#	#	#
COLIFORMES FECALES	Método 9211 APHA, AWWA, WPCF Heterométodo Plate Count	CFU/100mL	0FC	6,0	4,0	5,0	5,0
E. COLI	Método 9211 APHA, AWWA, WPCF Heterométodo Plate Count	CFU/100mL	0FC	#	#	#	#
GRUPO ESTREPTOCOCOS							
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB18-AA-02	LAB18-AA-03	LAB18-AA-134	LAB18-AA-133
DILUCIÓN	Procedimiento de Dilución	10 ²	-	#	#	#	#
ESTREPTOCOCOS	Método 9211 APHA, AWWA, WPCF Dignosis de Tubo Múltiple	MPN/100mL	0MPN	#	#	#	#
ENTEROCOCOS	Método 9211 APHA, AWWA, WPCF Dignosis de Tubo Múltiple	MPN/100mL	0MPN	#	#	#	#
SALMONELLA							
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB18-AA-02	LAB18-AA-03	LAB18-AA-134	LAB18-AA-133
SALMONELLA	Método 9211 APHA, AWWA, WPCF Procedimiento Cuantitativo Cualitativo de Aislamiento e Identificación de Salmonella	PROBABILIDAD DE SALMONELLA	FA	#	#	#	#
V. CHOLERAE							
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB18-AA-02	LAB18-AA-03	LAB18-AA-134	LAB18-AA-133
V. CHOLERAE	Método 9211 APHA, AWWA, WPCF Cultivo directo	PROBABILIDAD DE V. CHOLERAE	FA	#	#	#	#
L. D. = Límite superior de detección del análisis; 10 ² = Unidad de Medida; ** Parámetro no evaluado; MD = Área de Análisis Microbiológico; FQ = Área de Análisis Físicoquímico							
* OBSERVACIONES		SIN OBSERVACIONES					
Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras enviadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABIAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.							
Recibi Confirmo:		Firma de Conformidad					
Nombre:							
DNI:							
Fecha y Hora:							
Calle: Vía Panamericana 1700 - Calle Universidad 1700 - Chachabamba - Cotacachi - Puyo Teléfono: 076 250 0000 - 076 250 0001 - 076 250 0002							
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABIAG  BIÓLOGO JESÚS RASCON BARRIOS RESPONSABLE		Figura 2					

Figura 41: 50% cuarzo – 50% antracita

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS		Código CCFT-036	Version 01			
	INFORME DE ENSAYO				Página: 01		
INFORME DE ENSAYO N°		LABI-001-01	LABI-001-02	LABI-001-03	LABI-001-04		
1. DATOS GENERALES							
RAZON SOCIAL O NOMBRE		DELGADO FERNANDEZ, ORIA					
DIRECCION		AV. MARCIANO MEIGAR N° 985 BAGUA (AMAZONAS)					
REFERENCIA		77429423					
PROCEDENCIA		TESIS					
PRESENTACION		ARAMANGO	ARAMANGO	ARAMANGO	ARAMANGO		
SUBELEGADO POR		1 BOTELLA DE VIDRIO COLOR AMBAR DE 1 L. DELGADO FERNANDEZ, ORIA					
FECHA DE COLECTA		16/05/2018	16/05/2018	16/05/2018	16/05/2018		
HORA DE COLECTA		07:30:00 a.m.	07:30:00 a.m.	07:30:00 a.m.	07:30:00 a.m.		
FECHA DE RECEPCION		16/05/2018	16/05/2018	16/05/2018	16/05/2018		
HORA DE RECEPCION		10:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.		
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS		16/05/2018	16/05/2018	16/05/2018	16/05/2018		
HORA DE INICIO DE ENSAYOS		12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.		
FECHA DE EMISION DEL INFORME DE ENSAYO		30/05/2018					
HORA DE EMISION DEL INFORME DE ENSAYO		04:00:00 p.m.					
CODIGO DE MUESTRA CLIENTE		50% 50% CUARZO 50%	50% 50% CUARZO 50%	50% 50% CUARZO 50%	50% 50% CUARZO 50%		
TIPO DE AGUA		ANTRACITA	ANTRACITA	ANTRACITA	ANTRACITA		
USO PARA EL DESARROLLO DE LOS ANALISIS		AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL		
AUTORIZADO Y REALIZADO POR:		FUNCIONES:		FIRMA:			
Jesús Ramón Barrios		Responsable del Área de Aguas		 Jesús Ramón Barrios Biólogo C.B.P. 13752			
2. RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS							
PARAMETROS FISICOS Y DE AGRGACION							
PARAMETROS	METODO	U.D.	L. D.	LABI-001-01	LABI-001-02	LABI-001-03	LABI-001-04
pH	Método 4104F APHA, AWWA, WPC	pH	+0.001	7,70	7,75	7,72	7,71
T (de 20)	Método 2130B APHA, AWWA, WPC	°C	+0.1	16,6	16,6	16,6	16,6
TURBIDEZ	Método 2130B APHA, AWWA, WPC	NTU	+0.1	29,0	31,0	30,0	32,0
COLOR	Método 2120B APHA, AWWA, WPC	mg/L	+0.1	180	196	194	192
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	Método 2110 B APHA, AWWA, WPC	µS/cm²	+0.1	63,4	64,1	69,0	68,0
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES		mg/L		#	#	#	#
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 B APHA, AWWA, WPC	mg/L	+0.1	#	#	#	#
PARAMETROS INORGANICOS NO METALICOS							
PARAMETROS	METODO	U.D.	L. D.	LABI-001-01	LABI-001-02	LABI-001-03	LABI-001-04
ALCALINIDAD	Método 4104F APHA, AWWA, WPC	ppm CaCO ₃	+0.5	27,500	29,260	37,570	33,890
CLORUROS	Método 4500-Cl APHA, AWWA, WPC	ppm Cl	+0.501	6,94	6,45	6,78	7,12
DUREZA	Método 2140C APHA, AWWA, WPC	ppm CaCO ₃	+0.5	42,200	43,740	41,310	40,500
NITRATOS	Método 8000 NACH	ppm NO ₃	+0.1	#	#	#	#
NITRITOS	Método 8007 NACH	ppm NO ₂	+0.001	#	#	#	#
SULFATOS	Método 375 A EPA	ppm SO ₄	+1.0	#	#	#	#
FOSFATOS	Método 8100 NACH	ppm PO ₄	+0.04	#	#	#	#
AMONIO	Método 4500 NH ₃ C APHA, AWWA, WPC	ppm NH ₃	+0.02	#	#	#	#
B.O.D. ₅	Método 8005 NACH Dismut	mg/L de O ₂	+0.01	#	#	#	#
D.O.D.	Método 8000 NACH Dismut	mg/L de O ₂	+0.7	#	#	#	#
3. RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS							
GRUPO COLIFORMES							
PARAMETROS	METODO	U.D.	L. D.	LABI-001-01	LABI-001-02	LABI-001-03	LABI-001-04
COLIFORMES TOTALES	Método 9218 APHA, AWWA, WPC Heterostaphylo Plate Count	MPN/100ml	10FC	#	#	#	#
COLIFORMES FECALES	Método 9218 APHA, AWWA, WPC Heterostaphylo Plate Count	MPN/100ml	10FC	8,0	7,0	6,0	8,0
E. COLI	Método 9218 APHA, AWWA, WPC Heterostaphylo Plate Count	MPN/100ml	10FC	#	#	#	#
GRUPO ESTREPTOCOCOS							
PARAMETROS	METODO	U.D.	L. D.	LABI-001-01	LABI-001-02	LABI-001-03	LABI-001-04
BILUCION	Método 8000 NACH	ppm		#	#	#	#
ESTREPTOCOCOS	Método 9204B APHA, AWWA, WPC Dismut de Tubo Durham	MPN/100ml	10MP	#	#	#	#
ENTEROCOCOS	Método 9204B APHA, AWWA, WPC Dismut de Tubo Durham	MPN/100ml	10MP	#	#	#	#
SALMONELLA							
PARAMETROS	METODO	U.D.	L. D.	LABI-001-01	LABI-001-02	LABI-001-03	LABI-001-04
SALMONELLA	Método 8204B APHA, AWWA, WPC Presencia/ausencia de Salmonella a través de la Dismut de	FRECUENCIA/USUENCIA	PIA	#	#	#	#
V. CHOLERAEE							
PARAMETROS	METODO	U.D.	L. D.	LABI-001-01	LABI-001-02	LABI-001-03	LABI-001-04
V. CHOLERAEE	Método 8204B APHA, AWWA, WPC Heterostaphylo	FRECUENCIA/USUENCIA	PIA	#	#	#	#
L. D. = Límite máximo de detección del método. U.D. = Unidad del Método. # = Parámetro no evaluado. MPN = Área de Análisis Microbiológico. 10FC = Área de Análisis Fisiológico.							
* OBSERVACIONES		SIN OBSERVACIONES					
Las metodologías presentadas son válidas únicamente para las muestras analizadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABI-001. Los resultados no pueden ser usados como un sustitutivo de un análisis de laboratorio de acuerdo con el Estado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.							
Recibi Confirmo: Nombre: DNI: Fecha y Hora:			Firma de Conformidad				
Calle Eje 1 con V 7943-000-00 - Calle Universidad 7700 - Chachapuma - Amazonas - Perú labi@unm.edu.pe / labi@unm.edu.pe							
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABI-001  BLDG. JESUS RAMON BARRIOS RESPONSABLE			Página 1				

