

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO UN SISTEMA DE
FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL
RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE
CAJAMARCA 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Yover Edinson Hoyos Yacupaico
Jhony Frank Saucedo Santa Cruz

Asesor:

Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento

Cajamarca - Perú

2020



DEDICATORIA

A mis padres Teófilo Marino Hoyos Llanos,
Adelia Emerita Yacupaico Villena,
por su amor, apoyo incondicional,
Y por siempre encaminarme
en el camino correcto.

A mis hermanos, Blanquita Marisel,
Robert Jhonson, y a toda mi familia
que siempre estuvieron presentes
en mis derrotas y triunfos.

HOYOS YACUPAICO, Y.

A Dios, por todas las bendiciones y oportunidades
que me ha brindado y por darme la salud
para realizar cada meta propuesta.

A mis padres, Ebelio y Elva,
con todo el amor y agradecimiento,
por ser sinónimos de lucha, trabajo y perseverancia.

A mis hermanos Yosber y franco,
por su apoyo incondicional
en este largo camino llamado vida

SAUCEDO SANTA CRUZ, J.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por su amor, voluntad de seguir con vida y su bondad que no tiene fin, nos permite sonreír ante nuestros logros que son resultados de su ayuda y permitir tener y disfrutar de nuestra familia.

A nuestros padres quienes son nuestro motor y nuestra mayor inspiración, por apoyarnos en cada decisión y proyecto, que, a través de su amor, paciencia, por compartimos sus valores, los que nos ayudan a trazar nuestro camino.

A los docentes de la universidad privada del Norte por brindarnos una excelente formación académica e incentivarnos a la búsqueda de nuevos conocimientos y la practicas de valores.

Al ingeniero Roger Cerquin Quispe y la ingeniera Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento por los conocimientos aportados y orientación para la realización de este proyecto de investigación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema	23
1.3. Objetivos.....	23
1.3.1. Objetivo general.....	23
1.3.2. Objetivos específicos.....	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	25
2.1. Tipo de investigación	25
2.2. Población y muestra	25
a) <i>Población</i>	25
b) <i>Muestra</i>	26
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	26
a) <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	26
a) <i>Técnicas e instrumentos de análisis de datos</i>	30
2.4. Procedimiento	30
a) <i>Procedimiento de recolección de datos</i>	30
b) <i>Procedimiento de análisis de datos</i>	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS	37
3.1. Resultados globales del sistema de filtros en serie.....	37
3.2. Resultados por filtro durante las 3 semanas	38
3.3. Parámetros analizados por semana.....	41
3.4. Remoción total en los parámetros analizados.....	46
3.4.1 <i>Turbidez semana 01, valores y porcentaje de remoción</i>	46
3.4.2 <i>Turbidez semana 02, valores y porcentaje de remoción</i>	47
3.4.3 <i>Turbidez semana 03, valores y porcentaje de remoción</i>	49
3.4.4 <i>Turbidez porcentaje de remoción total y promedio</i>	50
3.4.5 <i>pH semana 01, valores y porcentaje de remoción</i>	51
3.4.6 <i>pH semana 02, valores y porcentaje de remoción</i>	52
3.4.7 <i>pH semana 03, valores y porcentaje de remoción</i>	54

3.4.8 pH, porcentaje de remoción promedio	56
3.4.9 Color verdadero semana 01, 02 y 03 valores y porcentaje de remoción	57
3.4.10 Coliformes Totales semana 01, valores y porcentaje de remoción	58
3.4.11 Coliformes Totales semana 02, valores y porcentaje de remoción	60
3.4.12 Coliformes Totales semana 03, valores y porcentaje de remoción	61
3.4.13 Coliformes Totales porcentaje de remoción promedio.....	63
3.4.14 Coliformes Termotolerantes semana 01, valores y porcentaje de remoción ...	64
3.4.15 Coliformes Termotolerantes semana 02, valores y porcentaje de remoción ...	65
3.1.17 Coliformes Termotolerantes, porcentaje de remoción promedio total	68
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	70
4.1. Discusión.....	70
4.2 Conclusiones.....	73
REFERENCIAS	75
ANEXOS	77
ANEXO N° 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	77
ANEXO N° 02 PANEL FOTOGRÁFICO	78
ANEXO N° 03 FORMATOS DE RECOJO DE MUESTRAS	98
3.1 FORMATOS SEMANA 01.....	98
3.2 FORMATOS SEMANA 02.....	99
3.3 FORMATOS SEMANA 03.....	100
ANEXO N° 04 RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO.....	101
4.1. RESULTADOS SEMANA 01	101
4.2. RESULTADOS SEMANA 02	102
4.3. RESULTADOS SEMANA 03.....	103
ANEXO N° 05 PLANO DE UBICACIÓN.....	104
ANEXO N° 06 DELIMITACIÓN DE LA CUENCA.....	105
ANEXO N° 07 PLANO DEL SISTEMA DE FILTROS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diagnóstico de la calidad de las aguas tratadas con Jacintos de agua en el Sistema de Flujo Continuo en CITRAR (Año 2010).	13
Tabla 2 Resumen de porcentaje de eficiencia entre el filtro de arena y filtro de piedra caliza para la temporada de avenidas	16
Tabla 3 Resumen de porcentaje de eficiencia entre el filtro de arena y filtro de piedra caliza para la temporada de estiaje	16
Tabla 4 Resultados obtenidos usando filtro de carbón activado	17
Tabla 5 Límites máximos permisibles de los parámetros de control obligatorio	22
Tabla 6 Resultados de los filtros en serie de diferentes materiales en la semana - 01	37
Tabla 7 Resultados de los filtros en serie de diferentes materiales en la semana - 02	37
Tabla 8 Resultados de los filtros en serie de diferentes materiales en la semana – 03.....	38
Tabla 9 Resultados, filtro de Macrofitas Flotantes	38
Tabla 10 Resultados filtro de Algas.....	39
Tabla 11 Resultados filtro de Piedra Caliza y Arcilla.....	39
Tabla 12 Resultados filtro de Carbón Activado.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Esquema general de la instalación en elevación (las flechas indican la dirección del flujo de agua).	15
FIGURA 2: Filtro de Macrófitas flotantes.....	31
<i>FIGURA 3: Filtros de algas</i>	31
FIGURA 4: Filtro de Arcilla y Piedra Caliza - Carbón Activado.....	32
FIGURA 5: filtro 04 de carbón activado.....	33
FIGURA 6: Filtros en serie de diferentes materiales en el cauce del Río Chonta	34
FIGURA 7: Perfil de filtro de Arcilla y piedra caliza y Filtro de carbón activo	34
FIGURA 8 Resultados de Turbidez (NTU).....	41
FIGURA 9 Resultados de Potencial de Hidrógeno (pH).....	42
FIGURA 10 Resultados Color Verdadero (UC	43
FIGURA 11 Resultados Coliformes Totales (NMP/1000mL).....	44
FIGURA 12 Resultados Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL)	45
<i>FIGURA 13 Comparación de Turbidez (NTU) en el sistema de filtros semana 01</i>	46
<i>FIGURA 14 Turbidez (NTU) porcentaje de remoción semana 01</i>	46
<i>FIGURA 15 Comparación de Turbidez (NTU) en el sistema de filtros semana 02</i>	47
<i>FIGURA 16 Turbidez (NTU) porcentaje de remoción semana 02</i>	48
<i>FIGURA 17 Comparación de Turbidez (NTU) en el sistema de filtros semana 03</i>	49
<i>FIGURA 18 Turbidez (NTU) porcentaje de remoción semana 03</i>	49
<i>FIGURA 19 Turbidez (NTU) porcentaje de remoción promedio</i>	50
FIGURA 20 Comparación POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) en el sistema de filtros semana 01.....	51
FIGURA 21 <i>Potencial de Hidrógeno (pH) porcentaje de remoción semana 01</i>	51
FIGURA 22 <i>Comparación de POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) en el sistema de filtros semana 02</i>	52
FIGURA 23 <i>Potencial de Hidrógeno (pH) porcentaje de remoción semana 02</i>	53
FIGURA 24 <i>Comparación de POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) en el sistema de filtros semana 03</i>	54
FIGURA 25 <i>Potencial de Hidrógeno (pH) porcentaje de remoción semana 03</i>	55
FIGURA 26 <i>Potencial de Hidrogeno (pH), porcentaje de remoción promedio</i>	56
FIGURA 27 <i>Comparación de Color Verdadero (UC) en el sistema de filtros semana 01, 02 y 03</i>	57
FIGURA 28 <i>Color Verdadero (UC) porcentaje de remoción semana 01, 02 y 03</i>	57
FIGURA 29 <i>Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 01</i>	58
FIGURA 30 <i>Coliformes Totales (NMP/1000mL) porcentaje de remoción semana 01</i>	59
FIGURA 31 <i>Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 02</i>	60
FIGURA 32 <i>Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL) porcentaje de remoción semana 02</i>	60
FIGURA 33 <i>Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 03</i>	61

FIGURA 34 Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL)porcentaje de remoción semana 03	62
FIGURA 35 Coliformes Totales porcentaje de remoción total.....	63
FIGURA 36 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 01	64
FIGURA 37 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL)porcentaje de remoción semana 01.....	64
FIGURA 38 <i>Comparación de Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 02</i>	65
FIGURA 39 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL)porcentaje de remoción semana 02.....	66
FIGURA 40 Comparación de Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 03	67
FIGURA 41 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL)porcentaje de remoción semana 03.....	67
FIGURA 42 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) porcentaje de remoción total.....	68
FIGURA 43 Recojo de Macrofitas Flotantes	78
FIGURA 44 Macrófitas Flotantes - Jacintos	78
FIGURA 45 Captación para el sistema de Filtros.....	79
FIGURA 46 Lugar a Ubicar el Sistema de Filtros.....	79
FIGURA 47 Preparación de materiales para el filtro.....	80
FIGURA 48 Materiales para los filtros.....	80
FIGURA 49 Habilitacion de materiales.....	81
FIGURA 50 Proceso de instalación en campo	81
<i>FIGURA 51</i> Punto de Captación de agua para el sistema de agua.....	82
<i>FIGURA 52</i> Materiales y proceso de instalación.....	82
<i>FIGURA 53</i> instalación de filtros	83
<i>FIGURA 54</i> Capa 01 de filtro con arcilla y piedra caliza	83
FIGURA 55 Capa 02 de filtro con arcilla y piedra caliza.....	84
FIGURA 56 Capa 03 de filtro con arcilla y piedra caliza.....	84
FIGURA 57 Arena gruesa capa 04 de filtro con arcilla y piedra caliza.....	85
FIGURA 58 Piedra caliza Capa 05 de filtro con arcilla y piedra caliza	85
FIGURA 59 Arcilla Capa 06 de filtro con arcilla y piedra caliza.....	86
FIGURA 60 Gravilla capa 07 de filtro con arcilla y piedra caliza.....	86
<i>FIGURA 61</i> Canto rodado de 3/4 Capa 01 de filtro de carbón activo	87
<i>FIGURA 62</i> Gravilla capa 02 de filtro de carbón activado.....	87
<i>FIGURA 63</i> Arena gruesa capa 03 de filtro de carbón activado	88
<i>FIGURA 64</i> Carbón capa 04 de filtro de carbón activado.....	88
<i>FIGURA 65</i> punto de control Entrada Muestra base.....	89
<i>FIGURA 66</i> Punto de control de muestra Filtro 01.....	89
<i>FIGURA 67</i> Punto de control Filtro 04.....	90
<i>FIGURA 68</i> filtro 01 macrofitas flotantes (jacintos de agua)	90
<i>FIGURA 69</i> filtro 02 Hydrodictyon Reticulatum	91
<i>FIGURA 70</i> Filtro 03 Arcilla y piedra caliza	91

<i>FIGURA 71</i> filtro 04 carbón activado.....	92
<i>FIGURA 72</i> Supervisión del asesor de tesis	92
<i>FIGURA 73</i> Proceso de toma de muestra.....	93
<i>FIGURA 74</i> supervisión del asesor	93
<i>FIGURA 75</i> Toma de muestra en la entrada del río muestra base semana 01	94
<i>FIGURA 76</i> muestra base semana 02	94
<i>FIGURA 77</i> muestras filtro 04 semana 02	95
<i>FIGURA 78</i> Supervisión del asesor en semana 02	95
<i>FIGURA 79</i> Muestra base semana 03	96
<i>FIGURA 80</i> Visita a campo con el asesor	96
<i>FIGURA 81</i> Seguimiento del proyecto por parte del asesor	97

RESUMEN

Conocedores de la importancia de la calidad del agua en la vida de las personas, esta investigación planteó mejorar la calidad del agua mediante un sistema de filtros en serie de diferentes materiales en el río Chonta – Tramo Otuzco, en la ciudad de Cajamarca, 2019, para que cumpla los estándares de calidad para consumo humano. Para la remoción de contaminantes del afluente (Río Chonta) y el efluente (filtro 04 - Carbón Activado), se elaboraron 4 filtros, el primer filtro de macrófitas flotantes (Jacintos), el segundo filtro tiene macroalgas (*Hydrodictyon Reticulatum*); el filtro 03 es un filtro a base de Piedra Caliza y Arcilla y el último filtro compuesto de carbón activado. Después de cada filtro se realizó un control de calidad del agua, analizando 15 muestras durante 03 semanas en el Gobierno Regional del Agua, cada muestra analiza 05 parámetros (Turbidez, pH, Color Verdadero, Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes). El porcentaje de remoción de contaminantes y/o mejora promedio de los distintos parámetros son: turbidez 82.12%, pH 1.82% de mejora, Coliformes totales 79.73% y Coliformes termotolerantes 81.58%, para el Color Verdadero no presento variación, se mantuvo las tres semanas. Por lo tanto, los filtros más eficaces en la remoción de contaminantes fueron el filtro 01(macrófitas flotantes – Jacintos) y el filtro 04 (Carbón Activado), el de menor remoción fue el filtro 03(Arcilla y Piedra Caliza), mientras que el filtro 02(*Hydrodictyon Reticulatum*) no aportó mucho en la eficiencia del sistema. Se logró demostrar y aceptar la hipótesis pues los valores presentados superan el 40%.

Palabras clave: Filtros en serie, macrófitas flotantes(Jacintos), Remoción de Contaminantes.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El agua constituye un recurso natural indispensable para satisfacer los diversos usos socio- económicos, así como para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, el crecimiento acelerado de la población y el incremento de las actividades productivas (minería, industria, agricultura, etc.) constituyen las principales causas de afectación a la calidad de los recursos hídricos; debido al vertimiento de aguas residuales no tratadas, situación que en muchos casos limita el uso directo y en otros incrementa el costo de tratamiento para la producción de agua potable, además de poner en riesgo la calidad de los ecosistemas.

El Perú es un país privilegiado por su oferta hídrica, dispone de un volumen anual promedio de 1 768 512 MMC de agua (...) el agua es un recurso natural renovable, satisface la demanda de actividades poblacionales y productivas. (ANA, 2016, pág. 7)

El Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, 2020, menciona que el uso global de agua se ha multiplicado por seis en los últimos 100 años y sigue aumentando a un ritmo constante de 1% anual debido al crecimiento demográfico, al desarrollo económico y al cambio en los patrones de consumo. La demanda sigue aumentando significativamente lo que conlleva a la búsqueda de nuevas fuentes de agua, nuestros ríos Cajamarquinos son cuencas hidrográficas potenciales para consumo humano como es el caso del río Chonta; pero presenta gran parte de aguas residuales, lo que hace de esta fuente un causal de varios problemas.

Según DIGESA (2005), establece que el RÍO CHONTA Y TRIBUTARIOS, debido a que sus aguas tienen uso prioritario de regadío, se define como Clase III: “Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebidas de animales”, pero no nos limita a que esta sea usada para el consumo humano con el tratamiento adecuado.

Actualmente existen muchos métodos no convencionales de depuración de aguas residuales, aguas contaminadas en ríos y lagos; para ello se usa tecnologías amigables con el medio ambiente llamados métodos de fitorremediación, como los filtros con plantas acuáticas (macrófitas flotantes), filtros con microalgas y macro algas y métodos convencionales como el uso de arcilla (Residuos de construcción), piedra caliza y carbón activo, como filtro purificador de agua, a continuación, se explica a detalle dentro de que contexto se usan estos métodos:

Un estudio internacional tomado como base en esta investigación, se enfoca en el uso de macrófitas durante la remoción de sustancias presentes en aguas residuales.

Según Martelo y Lara, 2012, en su artículo, Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales, cuyo objetivo fue demostrar la efectividad del Jacinto de agua en el tratamiento de aguas residuales, evaluando el efluente durante un periodo de tiempo establecido (7 días) con un flujo continuo. Esta especie, de acuerdo a los resultados obtenidos, alcanza reducciones de DBO en el orden de 95%, y hasta 90,2% para la DQO. En el caso de los sólidos suspendidos se registran disminuciones con valores que se encuentran en el rango de 21% y 91%. En cuanto al fósforo total y nitrógeno total, se alcanzaron máximas remociones de 91,7% y 98,5% respectivamente, siendo

este último, el contaminante con mayor remoción. Los metales también han sido objeto de remoción, encontrándose porcentajes de máxima remoción desde 85% hasta 95% para el hierro, cobre, zinc, cadmio y cromo.

García 2012, en su investigación, Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas, cuyo objetivo fue determinar las eficiencias o porcentajes de remoción, principalmente de nutrientes de Aguas Residuales Domésticas del Efluente de la Laguna Terciaria; mediante el cultivo de plantas acuáticas Lemna Minor (Lenteja de agua) y Eichhorna Crassipes (Jacinto de agua) en un sistema de Planta Piloto. Se realizó la comparación de los efluentes de ambos sistemas de plantas acuáticas, los resultados obtenidos al usar el Jacinto de agua se presentan a continuación

Tabla 1

Diagnóstico de la calidad de las aguas tratadas con Jacintos de agua en el Sistema de Flujo Continuo en CITRAR (Año 2010).

PARÁMETROS	INICIO	FINAL	EFEECTO
PH	10.42	6.86	8.6%
TURBIEDAD	410	144	65%
TEMPPERATURA	32	28.2	30.1%
OD	17.6	4.75	73%

Nota: Fuente, García 2012

Entre tanto, Soler, Crespi y Pugliese (2018, p.22) en su artículo de investigación "Evaluación de humedales artificiales de flujo libre superficial con macrófitas acuáticas flotantes" tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de humedales artificiales con macrófitas acuáticas, en la concentración de contaminantes de efluentes

urbanos. Se construyó un sistema a escala piloto, con dos coberturas de plantas flotantes y dos tiempos de residencia hidráulico, trabajando con flujo laminar continuo, concluye que el uso de humedales de flujo libre superficial es prometedor para el control sanitario, demostrando baja incidencia sobre nitrógeno total 28.93% y fósforo total 2.73 mgL^{-1} , remoción de sólidos suspendidos totales 34.31%. y en el parámetro Coliformes totales se ha logrado una remoción por encima de 96%.

Aparicio, Quiones y Witt, 2006, nos manifiesta, en su patente de invención: “Depuración de aguas continentales mediante cultivos de macroalgas verdes filamentosas que absorban y reciclen nutrientes y/o fijen metales pesados generando biomasa vegetal”, Estos investigadores del Consejo Supremo de Investigación Científica de España (CSIC), han desarrollado una tecnología que depura y purifica las aguas de las zonas rurales, con algas que crecen de forma espontánea las cuales se encargan de eliminar los nutrientes contaminantes, bacterias fecales que trae el agua y las partículas sólidas en suspensión. Elaboraron un sistema continuo de cubetas o estanques abiertos de poca profundidad (30 cm) expuestos a la luz solar, que se pueden suplementar con luz artificial (en este caso el sistema podría trabajar de forma continua, día y noche sin interrupción), en los que se desarrollan y proliferan macroalgas filamentosas (*Hydrodictyon reticulatum*).

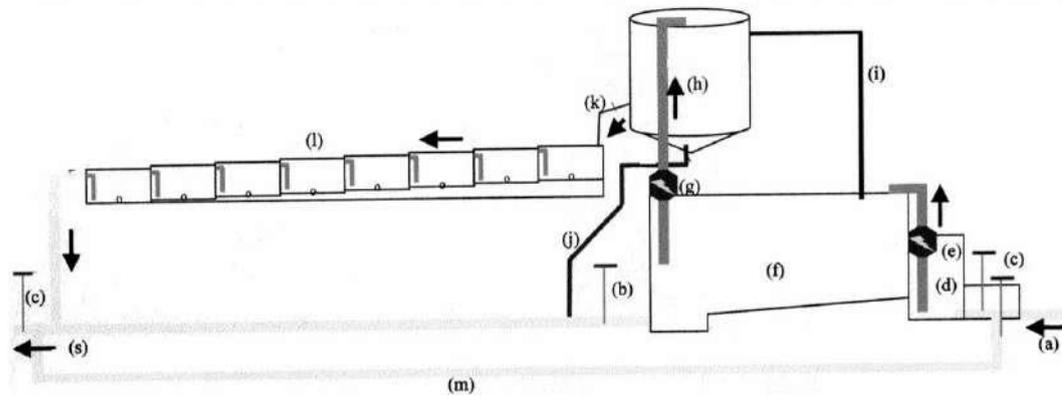


FIGURA 1: Esquema general de la instalación en elevación (las flechas indican la dirección del flujo de agua).

Nota: Descripción a. Entrada agua, c. Llaves de regulación de la captación, limpieza de depósitos y evacuación de la planta, d. Depósito de captación, e. Bomba del depósito de captación, f. Depósito de decantación, g. Bomba del depósito de decantación, h. Depósito de alimentación, i. Aliviadero de retorno, j. Desagüe del depósito de alimentación, k. Llave de regulación de la alimentación de las cubetas, l. Planta de tratamiento con cubetas en escalera, con escalones de 5 cm de altura m. “Bypass” que conecta directamente la entrada y salida de agua de la instalación, s. Salida del agua Figura Fuente, Aparicio, Quiones y Witt (2006)

La remoción de microorganismos y materia orgánica es el principio básico de estos métodos. Este proceso ante otras alternativas de desinfección tiene la ventaja de que en ciertos casos no requiere el uso de algún tipo de químico para lograr la desinfección del agua, energía, ni mano de obra calificada que controle el proceso; para la desinfección del agua, lo que lo convierte en una alternativa muy económica.

Llanos S. & Mirano H. (2017), en su investigación de tesis, titulada “Evaluación de la eficiencia del filtro de arena y filtro de piedra caliza, en la remoción de parámetros físicos, de las aguas de la quebrada Oyada, Moyobamba – Peru 2017”, cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia de filtro de arena y filtro de piedra caliza, en la remoción de los niveles de concentración de los parámetros físicos de las aguas de la quebrada La Oyada, se implementó un filtro de arena y filtro de piedra caliza en la quebrada, para luego analizar los niveles de sólidos totales, turbiedad y color del afluente y efluente del filtro. Se obtuvieron como resultado positivo en los parámetros físicos analizados,

demostrando que ambos son efectivos; sin embargo, se demuestra que el filtro de arena presenta un porcentaje mayor de eficiencia de remoción que el filtro de piedra caliza.

Tabla 2

Resumen de porcentaje de eficiencia entre el filtro de arena y filtro de piedra caliza para la temporada de avenidas.

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.		
Parámetro	%promedio de eficiencia de filtros de arena	%promedio de eficiencia de piedra caliza
Sólidos Totales	36.25	28.50
Turbiedad	51.50	48.00
Color	50.25	45.50

Nota: Fuente, Llanos S. & Mirano H. (2017)

Tabla 3

Resumen de porcentaje de eficiencia entre el filtro de arena y filtro de piedra caliza para la temporada de estiaje.

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.		
Parámetro	%promedio de eficiencia de filtros de arena	%promedio de eficiencia de piedra caliza
Sólidos Totales	58.25	39.50
Turbiedad	58.25	55.50
Color	57.50	51.25

Nota: Fuente, Llanos S. & Mirano H. (2017)

Chiclote Gonzales Y (2018), en su investigación “Mejora de la calidad del agua del río cumbe empleando filtro de carbón activado”, cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua mediante la elaboración de un filtro a base de carbón activado, se tomó muestras del afluente y efluente para luego comparar la eficiencia del filtro, La investigación presenta resultados positivos en cuanto en la remoción de sustancias en los parámetros básicos analizados. A continuación, presentamos los resultados.

Tabla 4

Resultados obtenidos usando filtro de carbón activado

ENSAYOS	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	RÍO CUMBE AFLUENTE	SEMANA 1 - EFLUENTE		SEMANA 2 - EFLUENTE		SEMANA 3 - EFLUENTE	
			FILTRO B - M1	FILTRO B - M2	FILTRO B - M1	FILTRO B - M2	FILTRO B - M1	FILTRO B - M2
TURBIDEZ (NTU)	5	5.61	3.45	1.97	1.78	0.97	0.84	0.72
PH (Ph)	6.5 - 8.5	7.86	7.77	7.95	8.06	8.15	8.2	8.21
COLOR UCV – Pt- Co	15	<LCM	<LCM	<LCM	5.2	6	<LCM	5
CLORO RESIDUAL (mg Cl/L)	0.5	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	50	9.2X10 ³	5.4 X 10 ²	5.40 X 10 ²	16X10 ²	2.20 X 10 ²	3.50 X 10 ²	1.10 X 10 ²
COLIFORMES TERMOLERANTES (NMP/100mL)	20	4.9 X 10	1.3 X 10 ²	4.6 X 10	7 X 10	3.2 X 10	4.9 X 10	1.2 X 10

Nota: Fuente, Chiclote G. (2018)

En nuestra investigación usaremos **Jacintos de Agua (Eichhornia crassipes)**, plantas acuáticas pertenecientes a la familia pontederidácea, se reproducen de una manera sencilla, ya que se efectúa por división de los estolones que los plantones emiten durante la estación favorable. Requiere iluminación intensa y no resiste los inviernos fríos, hay que mantenerla entre 14-18°C en contenedores con una profundidad de al menos 20cm. Por sus potencialidades tienen una gran aceptación como método de fitorremediación de aguas residuales, usos derivados como abono orgánico y alimento para ganado porcino. Los principales mecanismos de depuración de los jancitos de agua que actúan sobre las aguas residuales son los siguientes:

- Eliminación de nitrógeno: absorción directa por la planta.
- Eliminación de fósforo: absorción directa por la planta.
- Eliminación de microorganismos patógenos: Por filtración y adsorción de partículas de arcilla.

De igual forma usaremos las **macroalgas**, en este caso será el (**Hydrodictyon reticulatum**).

Es un alga verde que tiene una formación semejante a una red microscópica o cenobios. Los cenobios normalmente son hasta 6mm de largo o incluso más. Son un gran número de celdas cilíndricas; Comúnmente tres celdas están conectadas por sus bordes para formar una red de mallas de 5 caras. Las células varían considerablemente en tamaño, llegando a veces longitud de hasta 10 mm en colonias grandes (JOHN et al. eds. 2002).

Las algas ayudan en la purificación natural del agua si se controla su crecimiento de manera adecuada. “La gran mayoría de las referencias bibliográficas sobre Hydrodictyon reticulatum reportan esta especie como libre, parte del plancton y frecuentemente formando matas densas que son transportadas por efectos de corrientes de agua o movimientos causados por el viento” (Morales, Rivera, Lozano y Bicudo, 2015, p.110).

La filtración es uno de los procesos de purificación del agua más antiguos usados por la humanidad.

Los primeros filtros tuvieron carácter doméstico, y consistían en piedras porosas colocadas sobre tinajas donde se recogía el agua filtrada. En los siglos XVIII y XIX, en Francia, se difundieron los filtros de esponja, paño, lana y otros materiales. A partir de 1856, aparecen los filtros a presión: “Fonvielle” y “Souchon”. Los primeros contaban con lecho de esponjas marinas y piedra

caliza, y los segundos estaban constituidos de lechos de paños (Arboleda J, 2000).

La filtración lenta con arena es un proceso de desinfección muy simple y efectivo, puesto que purifica el agua del mismo modo en que lo hace la naturaleza cuando filtra el agua de la lluvia o escorrentías superficiales para recargar pozos subterráneos o acuíferos.

En los filtros lentos, el agua pasa a través de una capa de arena que la purifica debido a una capa microbiológica que se forma de modo natural sobre la superficie. El Dr. David H. Manz, ex profesor de ingeniería civil de la Universidad de Calgary, desarrolló en el año 1988 un filtro lento de arena, con aplicaciones caseras, con el fin de proveer de agua segura a comunidades en vías de desarrollo. Este filtro es utilizado en más de 50 países (Jarrín F, Ramos P & Matamoros D, 2009).

Matamoros et al., 2009, nos dice que, **los filtros lentos de arena**, si no cuentan con un pre-tratamiento del agua cruda (sedimentación y coagulación) suelen colmatarse rápidamente ante valores muy elevados de turbiedad, y con esto es necesaria una limpieza más frecuente. En países como el nuestro, la turbiedad del agua cruda puede verse incrementada por las épocas lluviosas que arrastran sedimentos y los depositan en las fuentes de abastecimientos. Además, nos indica que, ante esta limitante de los filtros lentos de arena, una alternativa posible son los filtros de cerámicos de arcilla, los cuales, estas se hicieron populares al remover de manera eficiente el alto contenido de sales e impurezas que ocasionaba enfermedades como la fiebre amarilla, fiebre bubónica o tifoidea que fueran la principal causa de defunción.

Los filtros cerámicos de arcilla son la solución más prometedora para tratamientos de agua a nivel casero en países en vías de desarrollo, sobre todo en zonas donde no se cuenta con una red de distribución de agua potable ni agua segura. Su uso ya ha sido implementado a gran escala en Cambodia con proyectos financiados por ONGs e instituciones gubernamentales con el apoyo de UNICEF.

La piedra caliza de nombre común carbonato calcio. Contiene alto porcentaje de calcita, de materiales tríticos, como cuarzo o arcilla, lo que puede aportar un color más oscuro que el de la caliza más pura.

El **carbón activado**, el nombre de carbón activado se aplica a una serie de carbones porosos preparados artificialmente para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna. Estas características son las responsables de sus propiedades adsorbentes, que son utilizadas ampliamente en muchas aplicaciones tanto en fase gas como en fase líquida (Rodríguez Reinoso, 2006).

La función principal, “es capaz de adsorber sustancias productoras de olor y sabor como metabolitos de la producción algas y fenoles, con riesgo para la salud humana por tener efectos tóxicos y muta génicos como metales pesados y plaguicidas” (Torres et al., 2007, p.458).

El término **calidad del agua** es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice

que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial (Vargas, 2011).

Calidad del Agua: Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor (RNE, 2006).

Afluente: Aguas residuales sin tratar o parcialmente tratadas, que entra a un depósito ó estanque (RNE, 2006).

Efluente: Agua que sale de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento (RNE, 2006).

La purificación puede referirse a quitar las impurezas o la suciedad de un líquido. En el caso específico del agua, su purificación consiste en reducir el nivel de sustancias dañinas para el organismo, como bacterias, componentes tóxicos, etc. Cuando el agua alcanza un nivel apto para el consumo humano, la purificación se convierte en potabilización (Conagua, 2011).

Los Parámetros de control obligatorio establecidos en el Decreto Supremo N°004-2017- MINAM y evaluados en esta investigación son los siguientes:

1. Turbidez (NTU).
2. Potencial de Hidrogeno (pH)
3. Color Verdadero (UC).
4. Coliformes totales (NMP/100 mL).
5. Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL).

Límite Máximo Permisible (LMP). El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser

excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministro (Decreto Legislativo N° 1055, que modifica a la Ley general del ambiente – Ley N° 28611, publicado el 27 junio 2008).

Tabla 5

Límites máximos permisibles de los parámetros de control obligatorio

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.		
Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Turbidez	NTU	5
Potencial de Hidrogeno	pH	6.5 – 8.5
Color Verdadero	UC	15
Coliformes Totales	NMP/100 mL	50
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	20

Nota: Fuente, MINAM (2017)

Todas las investigaciones mostradas anteriormente, presentan resultados positivos en cuanto a la depuración de aguas residuales y de río empleando diferentes métodos de fitorremediación y métodos de purificación convencionales, ante ello es innegable la utilidad que tendría elaborar un sistema de filtros en serie de diferentes materiales en el Río Chonta – tramo Otuzco, en el departamento de Cajamarca, pues está gravemente afectado por las aguas negras y grises que van a parar allí. Esta investigación se desarrolló con la finalidad de mejorar la calidad del agua Río Chonta – tramo Otuzco, zona muy concurrida por ser de gran valor turístico. Se construyó un sistema de 4 filtros que trabajan en conjunto, el primer filtro de macrófitas flotantes (Jacintos), el segundo filtro tiene macroalgas (*Hydrodictyon Reticulatum*); el filtro 03

es un filtro a base de Piedra Caliza y Arcilla y el ultimo filtro compuesto de carbón activado. Después de cada filtro se tenía un control de calidad de agua, se analizó y evaluó 15 muestras en 03 semanas, cada muestra presenta 05 parámetros (Turbidez, pH, Color Verdadero, Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes), los mismos que esenciales para determinar, analizar y evaluar cuantitativamente el mejoramiento de la calidad de agua. Además con el sistema se busca contribuir en la disminución de enfermedades de origen hídrico en la zona de estudio mejorando así la calidad de vida de las personas.

1.2. Formulación del problema

¿Cuánto mejora la calidad del agua utilizando un sistema de filtros en serie de diferentes materiales en el río Chonta – Tramo Otuzco en la ciudad de Cajamarca 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la calidad del agua utilizando un sistema de filtros en serie de diferentes materiales en el río chonta – Tramo Otuzco en la ciudad de Cajamarca 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un sistema de filtros en serie con diferentes materiales tales como Jacintos de agua, macroalgas (*Hydrodictyon Reticulatum*), Piedra Caliza, Arcilla y carbón activado.
- Realizar el estudio secuencial de las propiedades fisicoquímicas (Turbidez, PH, color verdadero) y biológicas (Coliformes totales y Coliformes Termotolerantes) del agua antes y después de pasar por el sistema de filtros en serie (ensayos de laboratorio).

- Evaluar la eficacia del sistema de filtros en serie de diferentes materiales.
- Determinar el grado de remoción de carga contaminante presente en el agua luego de pasar a través de los filtros en serie de diferentes materiales.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Con la implementación del sistema de filtros en serie de diferentes materiales en el río Chonta – Tramo Otuzco, en la ciudad de Cajamarca, 2019; la calidad del agua supera el 40% de mejora en los parámetros de turbidez, Coliformes totales y Coliformes termotolerantes.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación es **experimental**, de tipo **cuasiexperimental**, debido a que manipulamos la variable independiente, el sistema de filtros, para verificar el efecto que estos tienen en la calidad del agua. Murillo (2014), señala que: “Los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes”, (pág. 148).

El enfoque de esta investigación es **cuantitativo**, debido a que se obtuvieron valores numéricos que nos ayudarán a identificar la mejora del agua, Hernández, Fernández y Baptista (2010), en su libro Metodología de la investigación señala que un enfoque cuantitativo “los datos son producto de mediciones se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar a través de métodos estadísticos.” (pág. 05)

Además, nuestra investigación presenta un alcance **explicativo**, pues se busca explicar la mejora de la calidad del agua a través de la elaboración de los filtros mixtos en serie. Hernández, Fernández y Baptista (2010) mencionan que los estudios de alcance explicativo “su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (pág. 84).

2.2. Población y muestra

a) Población

La población está constituida por el agua existente en el río Chonta, en el periodo 2019 desde el mes de mayo hasta el mes de junio, Cajamarca. Se escogió el río Chonta pues sus aguas son de uso agrícola y en gran parte existe contaminación.

b) Muestra

El tipo de muestra es no probabilístico elegido según fechas (23, 30 de mayo y 06 de junio) por el investigador, agua proveniente del río Chonta –Cajamarca antes de pasar por el sistema de filtros mixtos, ubicado en el centro poblado Otuzco-Cajamarca a la altura del puente colgante en las coordenadas

ESTE : 781133.58 m

NORTE : 9211504.53 m

(ver anexo N° 05, plano de ubicación y anexo N° 06 Delimitación de la cuenca).

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

a) Técnicas e instrumentos de recolección de datos

i. Técnicas de recolección de datos

- Observación directa, ya que en esta investigación se tomaron los datos observando los resultados de laboratorio luego de tomar las muestras respectivas antes y luego de implementar el sistema. Según Diaz (2011) la observación directa se da “cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar”

ii. Instrumentos de recolección de datos

- Protocolo de recolección de muestras. (ver Formato 01). Se usó para identificar y organizar las muestras según el tipo de filtro, la fecha y el código de etiquetado de la muestra.
- Protocolo establecido por el laboratorio del Gobierno Regional del Agua. (ver Formato 02). En él la entidad encargada de realizar los estudios del agua nos brinda la información necesaria cuantificada de los parámetros FISICOQUÍMICOS y BIOLÓGICOS, de las muestras evaluadas.

Formato 01 *Formato de recolección de muestras*

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA	
	TESIS: “CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019”	
	CARRERA: INGENIERIA CIVIL	RECOJO DE MUESTRAS
TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/> FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES <input type="checkbox"/> FILTRO DE ALGAS <input type="checkbox"/> FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA <input type="checkbox"/> FILTRO DE CARBÓN ACTIVO	FECHA: 06 / 06 /2019 LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZCO
MUESTRAS FISICOQUIMICOS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
FOTOGRAFÍAS		
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOYER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET

Formato 02 Protocolo establecido por el Laboratorio del agua

INFORME DE ENSAYO N°

ENSAYOS			FISICOQUIMICOS				
Código Cliente							
Código de Laboratorio							
Matriz							
Descripción							
Localización de la Muestra							
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLOGICOS				
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				

Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados

NOTAS FINALES

Fin del documento

Código del Formato: RT1-5.10-01

Rev.: N°06 Fecha: / / 2019

Cajamarca, de de 2019.

Nota: Fuente, Gobierno Regional del Agua

a) Técnicas e instrumentos de análisis de datos

i. Técnicas de análisis de datos

Se realizó mediante la técnica de estadística descriptiva, pues se obtuvo los promedios porcentuales de remoción de contaminantes en el sistema de filtros, en serie de diferentes materiales, además se usó gráficos que muestran el comportamiento del sistema en el tiempo de estudio.

ii. Instrumentos de análisis de datos

-Excel, se usan gráficos de barras, cuadros de doble entrada.

2.4. Procedimiento

a) Procedimiento de recolección de datos

- **Ubicación:** El primer paso es la ubicación propicia para el sistema de filtros, teniendo en cuenta la pendiente para la captación del afluente, la afectación de las aguas y una planicie para la colocación del sistema ubicamos el proyecto en Otuzco. (Ver FIGURA 45 y 46)
- **Construcción del sistema de filtros:**
Filtro con macrofitas flotantes. Filtro elaborado a base de acero inoxidable de 0.80*0.40*1.5 m, forma rectangular sobre esta se agregaron los Jacintos de agua, tendrá una salida para el efluente a base de PVC, además se considera el uso de una llave tipo globo, para facilitar la toma de muestras.

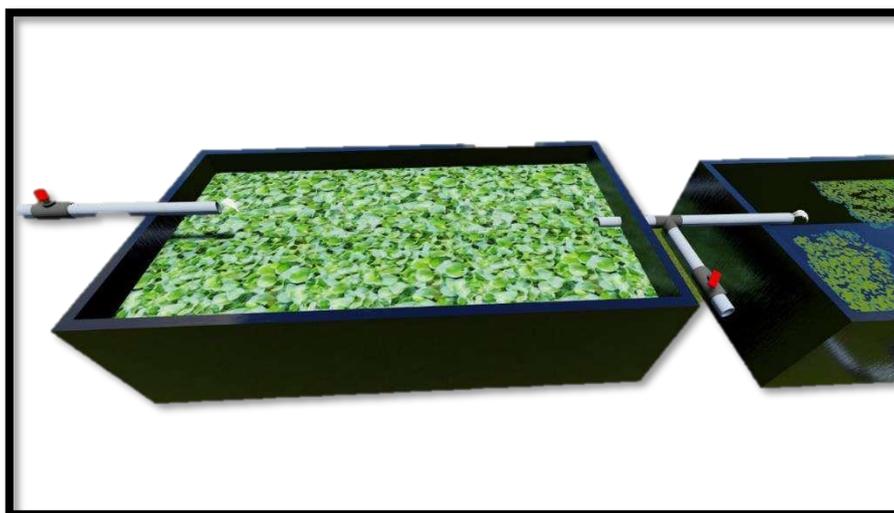


FIGURA 2: Filtro de Macrófitas flotantes

Filtro con algas. Elaborado a base de acero inoxidable con las características del filtro anterior, se colocará las algas de nombre *hydrodictyon reticulatum*, además para la continuación del efluente se colocará tubería PVC también se tiene una llave tipo globo para facilitar la toma de muestras.

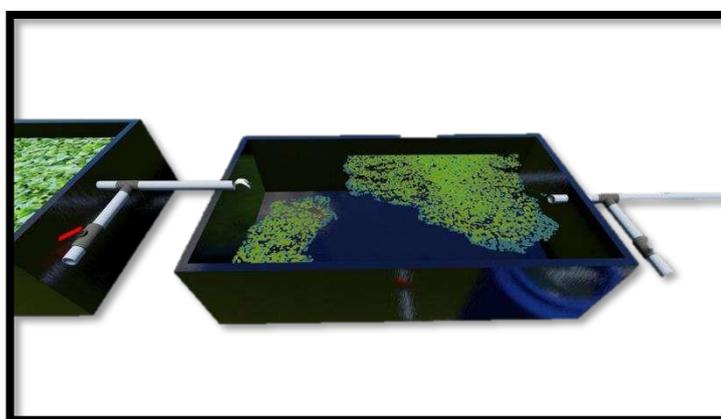


FIGURA 3: Filtros de algas

Filtro de piedra caliza y arcilla. Filtro elaborado a base de polietileno, forma circular, este presenta la estructura definidos por Aqueous solutions,2017, y empleados por Chiclote(2018) en su tesis “Mejora de la calidad del agua del río cumbe empleando filtro de carbón activado”, se

define los siguientes espesores: piedra grande $e=0.25\text{m}$, gravilla $e=0.05\text{m}$, arena gruesa $=0.05\text{m}$, Arcilla (ladrillos residuos de construcción) $=0.075\text{m}$, Piedra caliza $=0.075\text{m}$, gravilla $e=0.05\text{m}$, arena gruesa $=0.05\text{m}$, piedra grande $=0.15\text{m}$, tubería agujereada. (VER FIGURA 6)



FIGURA 4: Filtro de Arcilla y Piedra Caliza - Carbón Activado

Filtro de carbón activo. Filtro elaborado a base de polietileno, forma circular, este presenta la estructura piedra grande $e=0.25\text{m}$, gravilla $e=0.05\text{m}$, arena gruesa $e=0.05\text{m}$, carbón activado $=0.20\text{m}$, gravilla $e=0.05\text{m}$, arena gruesa $e=0.05\text{m}$, piedra grande $=0.10\text{m}$, tubería agujereada (Chiclote, 2018). (VER FIGURA 7)

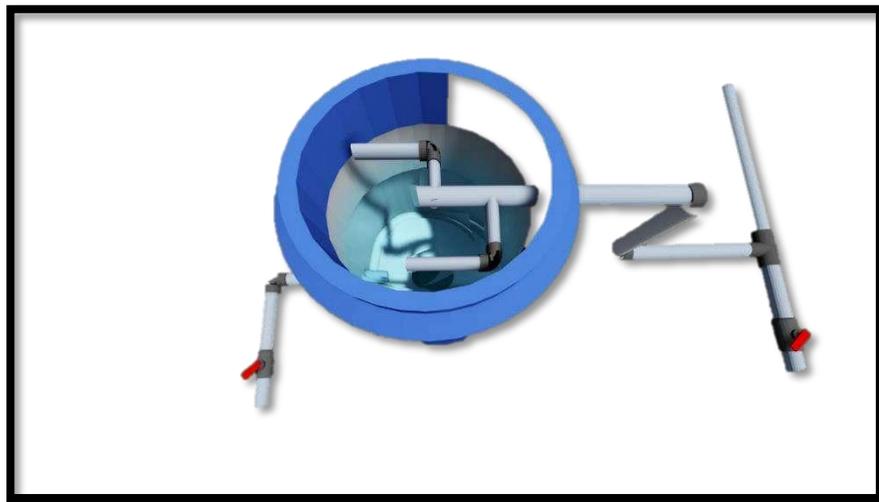


FIGURA 5: filtro 04 de carbón activado

- **Recojo de muestras**

Se tomaron 15 muestras de los efluentes de los filtros de macrófitas flotantes, Algas, Filtro de piedra caliza y arcilla y filtro de carbón activo, durante un mes, la primera a la semana (5 muestras), a las dos semanas (5 muestras) y al mes de la instalación (5 muestras), después de cada filtro existe un punto de control de calidad de agua donde se tomó la muestra, teniendo en cuenta que son 4 filtros tenemos 4 muestras, adicional a eso se tiene la muestra base que se toma a la entrada del filtro 1, haciendo un total de 5 muestras. lo que nos permitirá comparar y analizar los resultados. Para el recojo de muestras se usó la **FORMATO 01** (Formato de recolección de muestras) lo que nos permitió identificar las muestras tomadas en los filtros.

El análisis de las muestras recogidas en campo se realizó en el Gobierno Regional del Agua Cajamarca, pues es una entidad certificada. Se analizó 5 parámetros principales: Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, Color, Turbiedad y PH y nos entregó los resultados en el Protocolo establecido por el Laboratorio del agua (FORMATO 02)

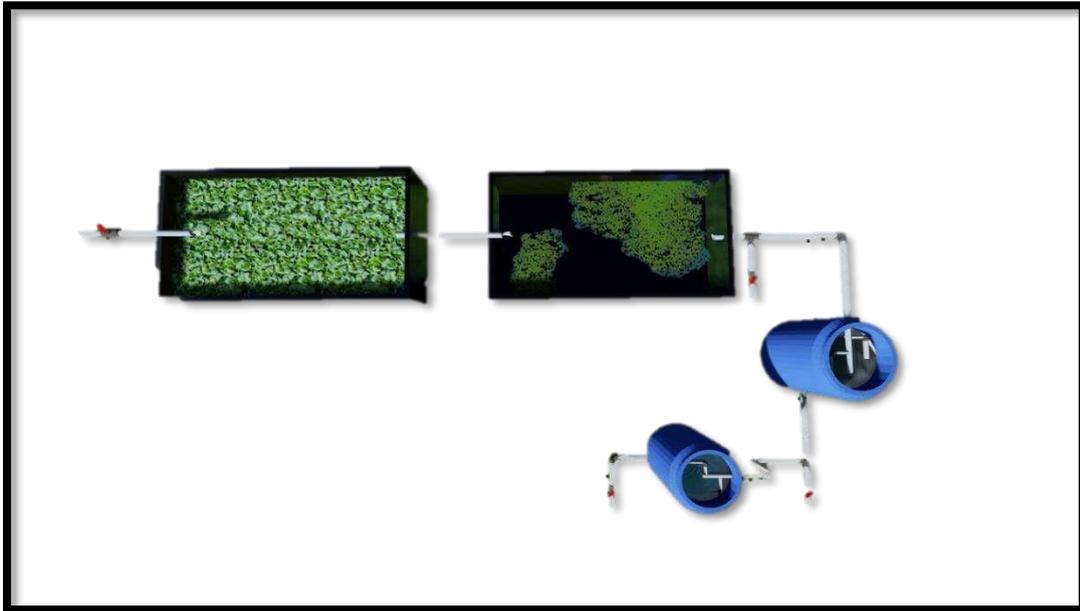


FIGURA 6: Filtros en serie de diferentes materiales en el cauce del Río Chonta

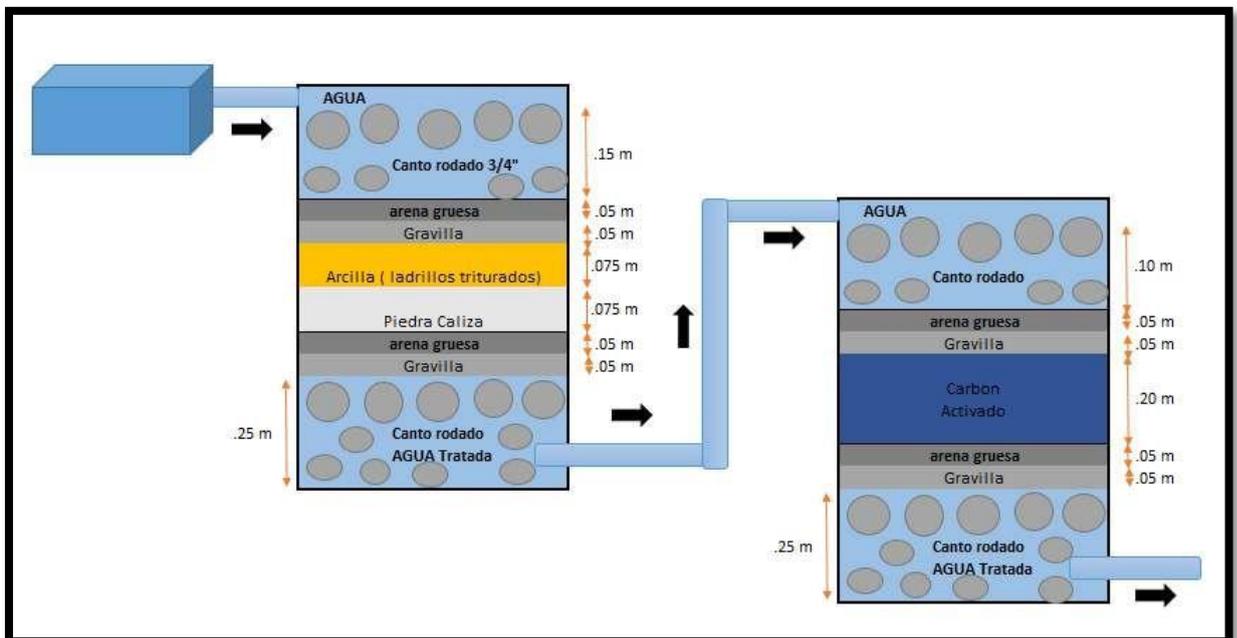


FIGURA 7: Perfil de filtro de Arcilla y piedra caliza y Filtro de carbón activo

b) Procedimiento de análisis de datos

Los resultados de las muestras se agruparon por fechas para su respectivo procesamiento y comparación. Se comparó los resultados de la **muestra base** que está a la entrada al filtro 1 con los resultados de las **muestras de los distintos puntos de control** ubicados después de cada filtro, en los parámetros de estudio (Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, Color, Turbiedad y PH) de esta manera se tendrá resultados secuenciales a lo largo del sistema lo que permitió saber el porcentaje de mejora en la calidad del agua.

Se elaboró graficas que comparan y cuantifican la mejora de la calidad del agua en el recorrido del sistema.

La entidad encargada para los análisis de las muestras es el laboratorio Regional del Agua, el que nos brindó los resultados de los 5 parámetros establecidos (Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, Color, Turbiedad, Residual de desinfectante y PH)

- ASPECTOS ÉTICOS

En esta investigación se hará uso de plantas acuáticas, se tuvo el cuidado desde su obtención hasta la culminación de la investigación.

No se realizó pruebas con seres humanos, además las pruebas realizadas no representan un peligro para las aguas del río.

Los datos obtenidos fueron 100% confiables del Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca; ya que, se cumplió y respeto todos los procedimientos y protocolos en la toma de muestra y análisis de ella.

Como estrategia a favor de la ética y el respeto a los derechos de autor, se emplea el formato APA, con citas textuales y en parafraseo

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados globales del sistema de filtros en serie.

Tabla 6

Resultados de los filtros en serie de diferentes materiales en la semana - 01

ENSAYOS			SEMANA - 01				
Parámetro	Unidad	Límite Máximo Permisible	AFLUENTE		EFLUENTE		
			RIO CHONTA - OTUZCO	FILTRO_01 (Eichhornia crassipes)	FILTRO_02 (Hydrodictyon Reticulatum)	FILTRO_03 (Arcilla y Piedra Caliza)	FILTRO_04 (Carbón Activado)
FISICOQUIMICOS							
Turbidez	NTU	5	4.12	2.73	2.71	1.48	0.72
°pH a 25°C	pH	6.5 - 8.5	8.49	8.43	8.34	8.38	8.29
Color Verdadero	UC	15	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
BIOLOGICOS							
Coliformes Totales	NMP/100mL	50	16 X 10 ³	54 X 10 ²	92 X 10 ²	16 X 10 ²	35 X 10 ²
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	35 X 10 ²	220	920	350	120

Nota: Fuente, Gobierno Regional del Agua

En la tabla 06 se muestran los resultados fisicoquímicos – biológicos de los 5 parámetros estudiados tanto en el afluente (Río Chonta – Otuzco) y en los efluentes (filtros en serie de diferentes materiales) de la semana 01 de muestreo.

Tabla 7

Resultados de los filtros en serie de diferentes materiales en la semana - 02

ENSAYOS			SEMANA - 02				
Parámetro	Unidad	Límite Máximo Permisible	AFLUENTE		EFLUENTE		
			RIO CHONTA - OTUZCO	FILTRO_01 (Eichhornia crassipes)	FILTRO_02 (Hydrodictyon Reticulatum)	FILTRO_03 (Arcilla y Piedra Caliza)	FILTRO_04 (Carbón Activado)
FISICOQUIMICOS							
Turbidez	NTU	5	3.36	1.62	6.21	2.84	0.56
°pH a 25°C	pH	6.5 - 8.5	8.48	8.48	8.42	8.53	8.25
Color Verdadero	UC	15	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
BIOLOGICOS							
Coliformes Totales	NMP/100mL	50	17 X 10 ³	92 X 10 ²	54 X 10 ²	35 X 10 ²	35 X 10 ²
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	70 X 10 ²	22 X 10 ²	17 X 10 ²	16 X 10 ²	11 X 10 ²

Nota: Fuente, Gobierno Regional del Agua

En la tabla 7 se muestran los resultados fisicoquímicos – biológicos de los 5 parámetros estudiados tanto en el afluente (Río Chonta – Otuzco) y en los efluentes (filtros en serie de diferentes materiales) de la semana 02 de muestreo.

Tabla 8

Resultados de los filtros en serie de diferentes materiales en la semana – 03

ENSAYOS			SEMANA - 03				
Parámetro	Unidad	Límite Máximo Permisible	AFLUENTE		EFLUENTE		
			RIO CHONTA - OTUZCO	FILTRO_01 (Eichhornia crassipes)	FILTRO_02 (Hydrodictyon Reticulatum)	FILTRO_03 (Arcilla y Piedra Caliza)	FILTRO_04 (Carbón Activado)
FISICOQUIMICOS							
Turbidez	NTU	5	1.18	0.97	2.02	1.15	0.23
°pH a 25°C	pH	6.5 - 8.5	8.44	8.37	8.25	8.28	8.2
Color Verdadero	UC	15	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
BIOLOGICOS							
Coliformes Totales	NMP/100mL	50	3500	920	1600	920	11
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	280	110	140	79	2

Nota: Fuente, Gobierno Regional del Agua

En la tabla 8 se muestran los resultados fisicoquímicos – biológicos de los 5 parámetros en estudio tanto en el afluente (Río Chonta – Otuzco) y en los efluentes (filtros en serie de diferentes materiales) de la semana 03 de muestreo.

3.2. Resultados por filtro durante las 3 semanas.

- FILTRO MACROFITAS FLOTANTES

Tabla 9

Resultados, filtro de Macrofitas Flotantes

Parámetro	Unidad	LMP	FILTRO_01 (Eichhornia crassipes)					
			SEMANA 01		SEMANA 02		SEMANA 03	
			AFLUENTE	EFLUENTE	AFLUENTE	EFLUENTE	AFLUENTE	EFLUENTE
			RIO CHONTA - OTUZCO	F_01	RIO CHONTA - OTUZCO	F_01	RIO CHONTA - OTUZCO	F_01
FISICOQUIMICOS								
Turbidez	NTU	5	4.12	2.73	3.36	1.62	1.18	0.97
°pH a 25°C	pH	6.5 - 8.5	8.49	8.43	8.48	8.48	8.44	8.37
Color Verdadero	UC	15	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
BIOLOGICOS								
Coliformes Totales	NMP/100mL	50	16000	5400	17000	9200	3500	920
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	3500	220	7000	2200	280	110

Nota: Fuente, Gobierno Regional del Agua

En la tabla 9 se muestran los resultados fisicoquímicos – biológicos de los 5 parámetros en estudio tanto en el afluente (Río Chonta – Otuzco) y en el efluente (filtro_01 - Eichhornia crassipes) de las 03 semanas de muestreo.

- **FILTRO DE ALGAS**

Tabla 10

Resultados filtro de Algas

ENSAYOS			FILTRO_02 (Hydrodictyon Reticulatum)					
			SEMANA 01		SEMANA 02		SEMANA 03	
Parámetro	Unidad	LMP	AFLUENT E F_01	EFLUENT E F_02	AFLUENT TE F_01	EFLUENT NTE F_02	AFLUENT TE F_01	EFLUENTE F_02
FISICOQUIMICOS								
Turbidez	NTU	5	2.73	2.71	1.62	6.21	0.97	2.02
°pH a 25°C	pH	6.5 - 8.5	8.43	8.34	8.48	8.42	8.37	8.25
Color Verdadero	UC	15	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
BIOLOGICOS								
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	50	5400	9200	9200	5400	920	1600
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	20	220	920	2200	1700	110	140

Nota: Fuente, Gobierno Regional del Agua

En la tabla 10 se muestran los resultados fisicoquímicos – biológicos de los 5 parámetros en estudio tanto en el afluente (filtro_01 - Eichhornia crassipes) y en el efluente (filtro_02 – Hydrodictyon Reticulatum) de las 03 semanas de muestreo.

- **FILTRO DE PIEDRA CALIZA Y ARCILLA**

Tabla 11

Resultados filtro de Piedra Caliza y Arcilla

ENSAYOS			FILTRO_03 (Arcilla y Piedra Caliza)					
			SEMANA 01		SEMANA 02		SEMANA 03	
Parámetro	Unidad	LMP	AFLUENT TE F_02	EFLUENT TE F_03	AFLUENT TE F_02	EFLUENT TE F_03	AFLUENT TE F_02	EFLUENT TE F_03
FISICOQUIMICOS								
Turbidez	NTU	5	2.71	1.48	6.21	2.84	2.02	1.15
°pH a 25°C	pH	6.5 - 8.5	8.34	8.38	8.42	8.53	8.25	8.28
Color Verdadero	UC	15	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
BIOLOGICOS								
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	50	9200	1600	5400	3500	1600	920
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	20	920	350	1700	1600	140	79

Nota: Fuente, Gobierno Regional del Agua

En la tabla 11 se muestran los resultados fisicoquímicos – biológicos de los 5 parámetros en estudio tanto en el afluente (filtro_02 – Hydrodictyon Reticulatum) y en el efluente (filtro_03 – Arcilla y Piedra Caliza) de las 03 semanas de muestreo.

- **FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO**

Tabla 12

Resultados filtro de Carbón Activado

ENSAYOS			FILTRO_04 (Carbón Activado)					
			SEMANA 01		SEMANA 02		SEMANA 03	
Parámetro	Unidad	LMP	AFLUENTE F_03	EFLUENTE F_04	AFLUENTE F_03	EFLUENTE F_04	AFLUENTE F_03	EFLUENTE F_04
FISICOQUIMICOS								
Turbidez	NTU	5	1.48	0.72	2.84	0.56	1.15	0.23
°pH a 25°C	pH	6.5 - 8.5	8.38	8.29	8.53	8.25	8.28	8.2
Color Verdadero	UC	15	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
BIOLOGICOS								
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	50	1600	3500	3500	3500	920	11
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	20	350	120	1600	1100	79	2

Nota: Fuente, Gobierno Regional del Agua

En la tabla 12 se muestran los resultados fisicoquímicos – biológicos de los 5 parámetros en estudio tanto en el afluente filtro_03 – Arcilla y Piedra Caliza) y en el efluente (filtro_04 – Carbón Activado) de las 03 semanas de muestreo.

3.3. Parámetros analizados por semana.

➤ Turbidez

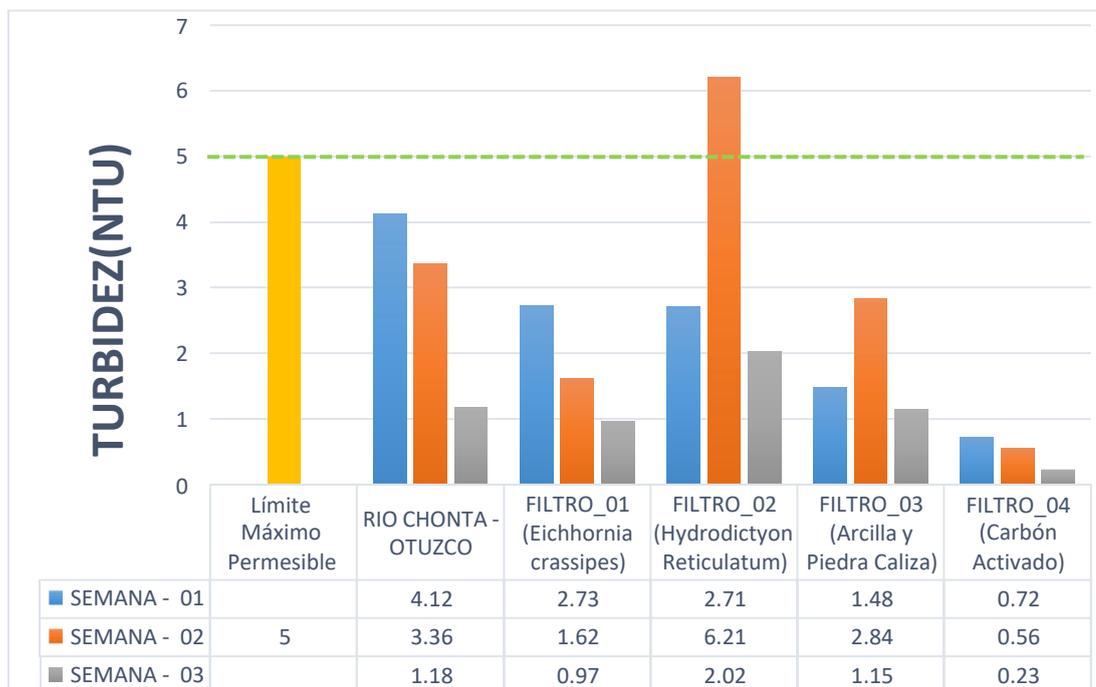


FIGURA 8 Resultados de Turbidez (NTU)

Nota: La línea punteada de color verde representa el límite máximo permisible con un valor de 5 NTU

En la FIGURA 8 se muestra los resultados de ensayos obtenidos durante las 3 semanas de muestreo. Es evidente la disminución de Turbidez en la toma del afluente (Río Chonta – Otuzco) y en los efluentes (filtros en serie de diferentes materiales) desde la primera muestra en la semana 1.

➤ **Potencial de Hidrógeno (pH)**

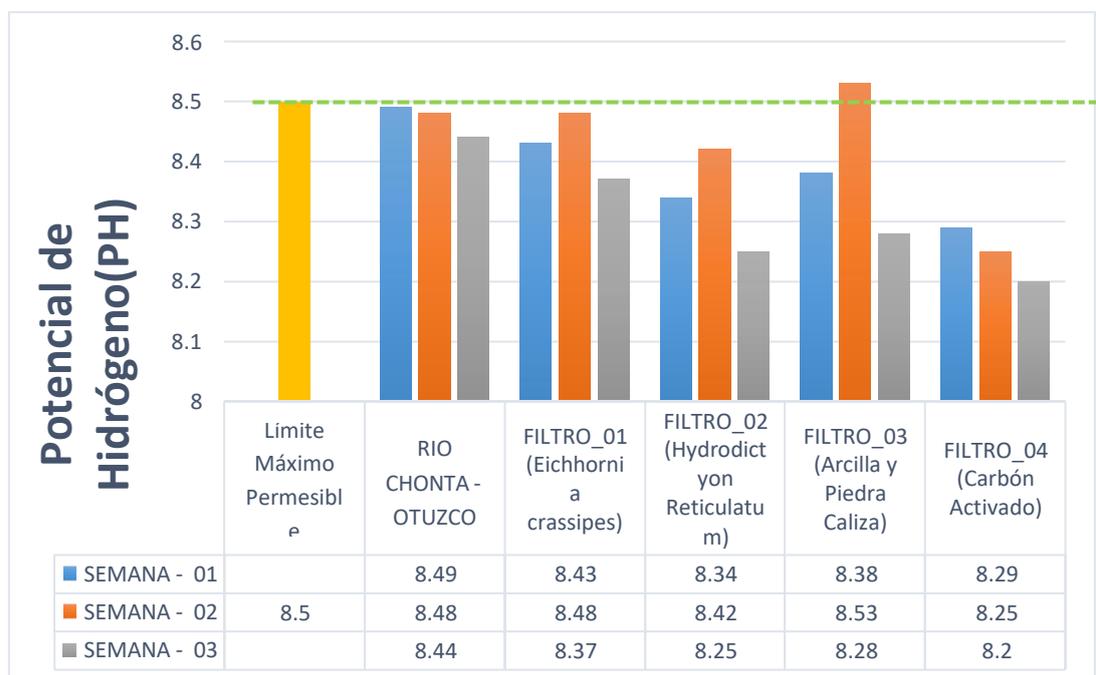


FIGURA 9 Resultados de Potencial de Hidrógeno (pH)

Nota: La línea punteada de color verde representa el límite máximo permisible

En la FIGURA 9 se muestra los resultados de ensayos obtenidos durante las 3 semanas de muestreo. Como podemos apreciar el pH se mantiene, disminuyendo levemente por cada semana que va pasando en la toma del afluente (Río Chonta – Otuzco) y en los efluentes (filtros en serie de diferentes materiales) desde la primera muestra en la semana 1.

➤ **Color Verdadero (UC)**



FIGURA 10 Resultados Color Verdadero (UC)

Nota: La línea punteada de color roja representa el límite máximo permisible con un valor de 0 UC.

En el FIGURA 10 se muestra los resultados de ensayos obtenidos durante las 3 semanas de muestreo. El parámetro Color Verdadero se mantiene en un valor de 0 UC (<LCM) en las 03 semana de muestreo en la toma del afluente (Río Chonta – Otuzco) y en los efluentes (filtros en serie de diferentes materiales).

➤ **Coliformes Totales (NMP/1000 mL)**

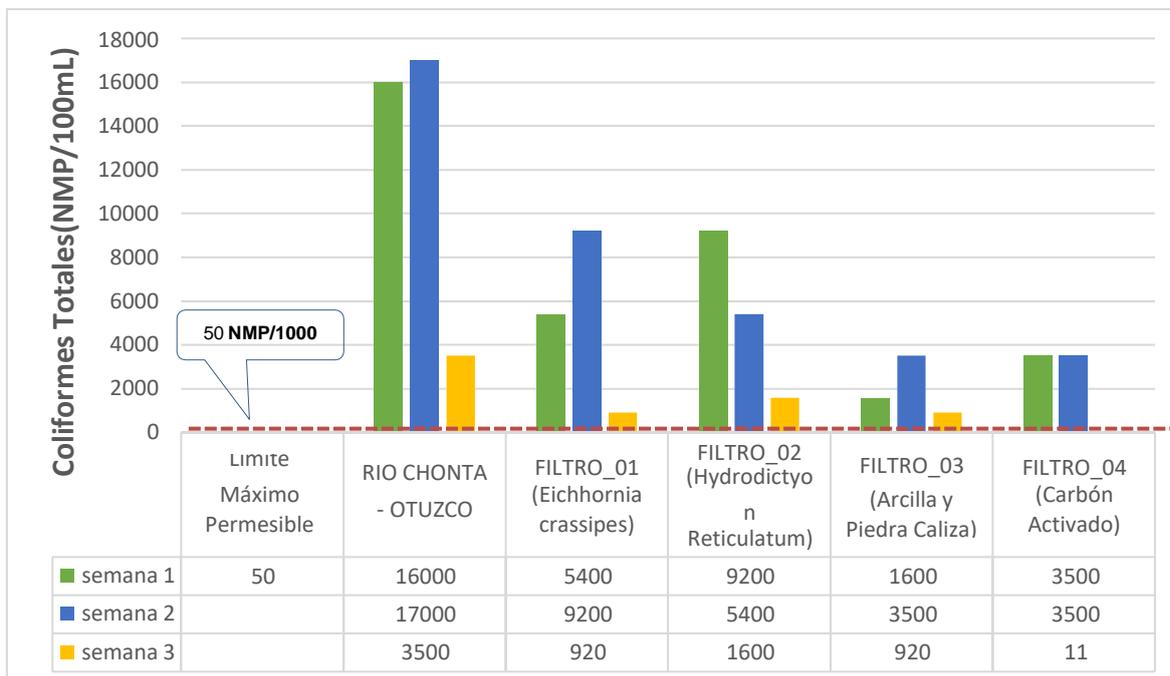


FIGURA 11 Resultados Coliformes Totales (NMP/1000mL)

Nota: La línea punteada de color rojo representa el límite máximo permisible que tiene un valor de 50 (NMP/1000mL)

En la FIGURA 11 se muestra los resultados de ensayos obtenidos durante las 3 semanas de muestreo. Notamos la disminución de Coliformes Totales en la toma del afluente (Río Chonta – Otuzco) y en los efluentes (filtros en serie de diferentes materiales) desde la primera muestra en la semana 1.

➤ **Coliformes Termotolerantes (NMP/1000 mL)**

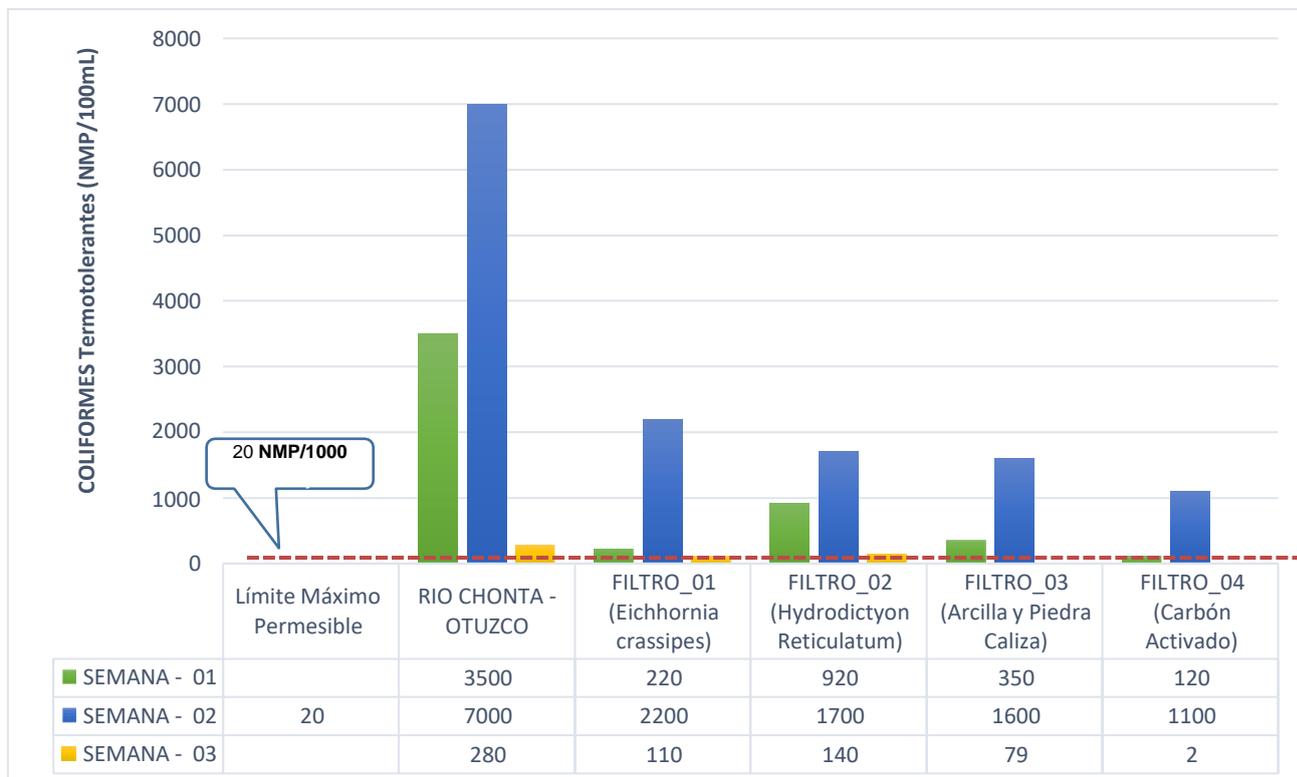


FIGURA 12 Resultados Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL)

Nota: La línea punteada de color rojo representa el límite máximo permisible que tiene un valor de 20 NMP/1000mL

En la FIGURA 12 se muestra los resultados de ensayos obtenidos durante las 3 semanas de muestreo. La disminución de Coliformes Termotolerantes es notoria tanto en el afluente (Río Chonta – Otuzco) y en los efluentes (filtros en serie de diferentes materiales) desde la primera muestra en la semana.

3.4. Remoción total en los parámetros analizados

3.4.1 Turbidez semana 01, valores y porcentaje de remoción.

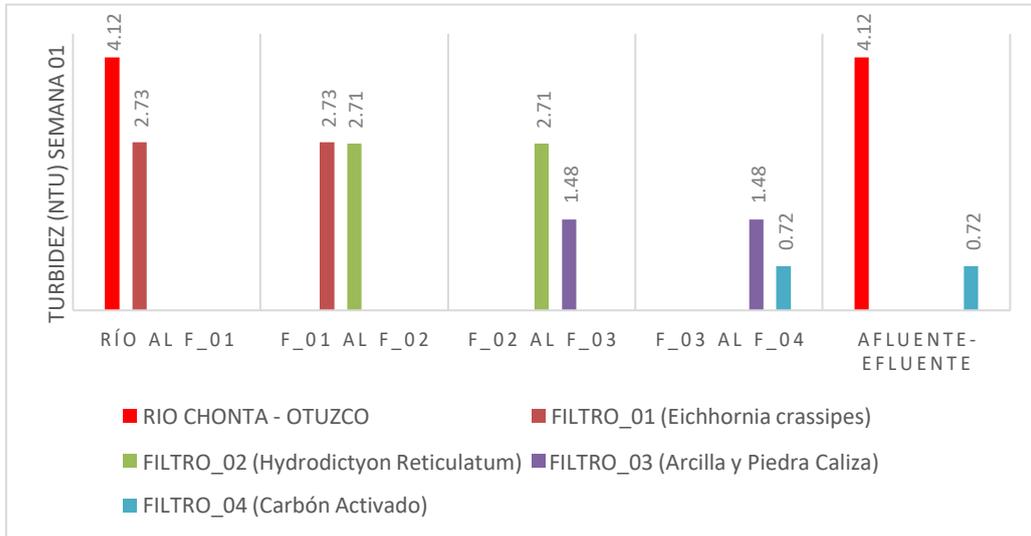


FIGURA 13 Comparación de Turbidez (NTU) en el sistema de filtros semana 01

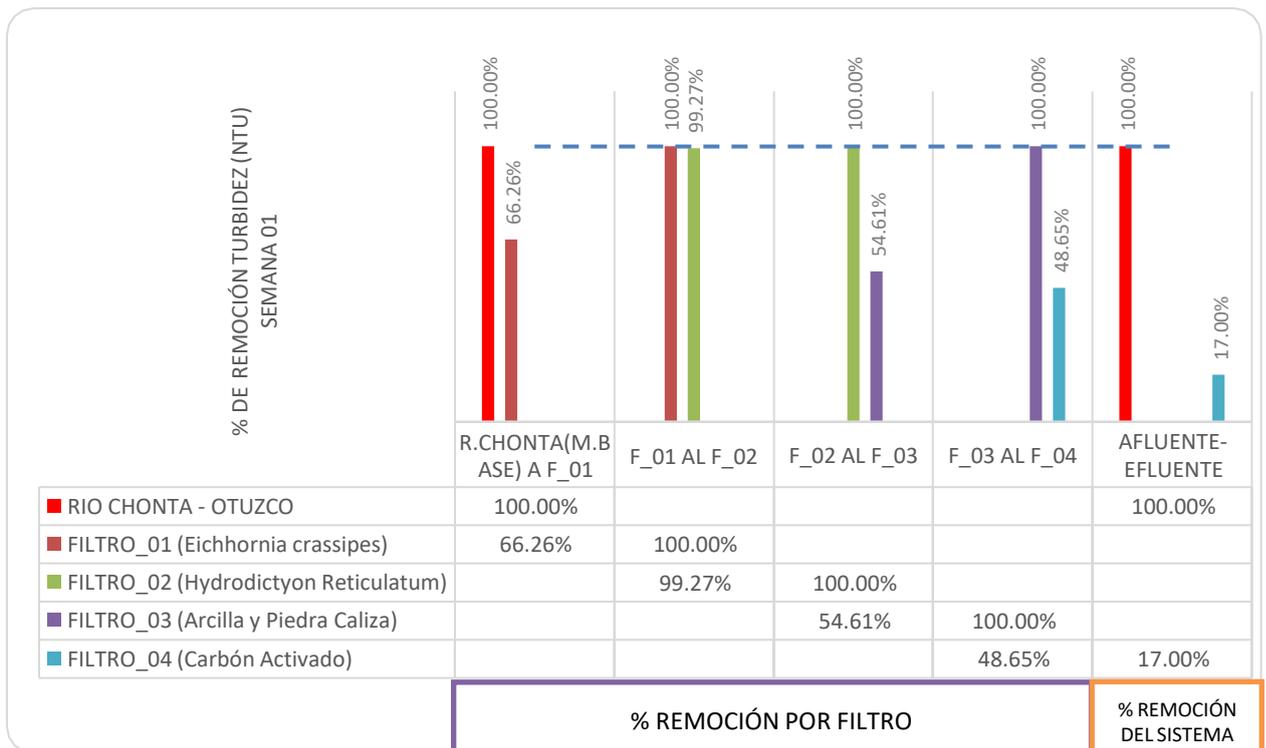


FIGURA 14 Turbidez (NTU) porcentaje de remoción semana 01

En las figuras anteriores (FIGURA 13 y 14), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie en parámetro turbidez de la semana 01, los filtros que más remoción tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua), filtro 03 (piedra caliza y Arcila) y filtro 04 (Carbón activado), los que individualmente tienen una remoción de turbidez de 33.74%, 45.39%, 51.35% respectivamente,

En el FIGURA 13, se puede apreciar que todos los resultados obtenidos de turbidez (NTU), se mantienen por debajo de los 5 NTU (límite máximo permisible), lo cual cumplen según lo establecido por el MINAM (2017).

Además, comparando la turbidez del afluente (Río Chonta – Muestra Base), y el efluente de todo el sistema de filtros en serie (Filtro 04 – Carbón Activado), tenemos una remoción final de 83% demostrando de esta manera la eficiencia del sistema de filtros para este parámetro.

3.4.2 Turbidez semana 02, valores y porcentaje de remoción.

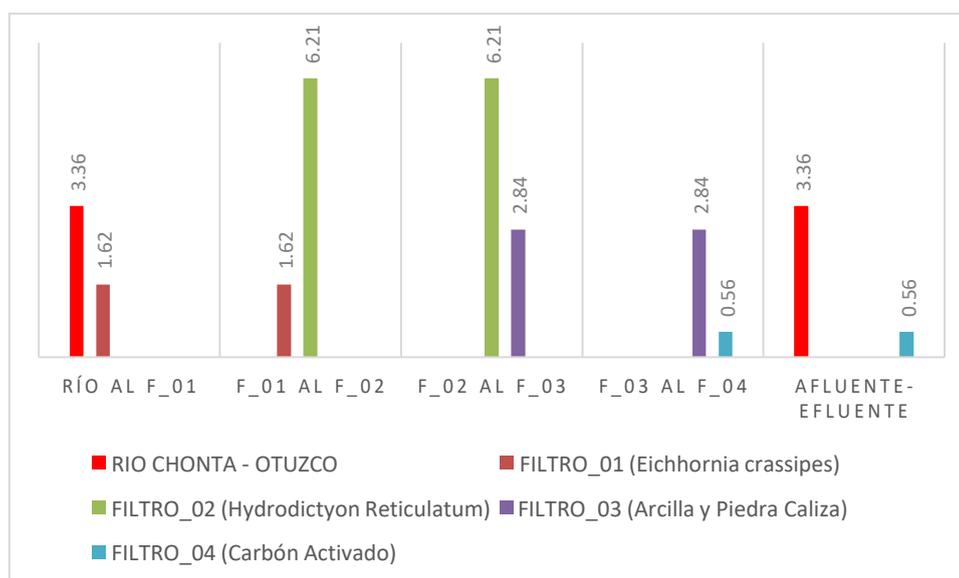


FIGURA 15 Comparación de Turbidez (NTU) en el sistema de filtros semana 02



FIGURA 16 Turbidez (NTU) porcentaje de remoción semana 02

En las figuras anteriores (FIGURA 15 y 16), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie en el parámetro turbidez de la semana 02, los filtros que más remoción tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua), filtro 03 (piedra caliza y Arcila) y filtro 04 (Carbón activado), los que individualmente tienen una mejora de turbidez de 51.79%, 54.27%, 80.28% respectivamente

En la FIGURA 15, se puede apreciar que todos los resultados obtenidos de turbidez (NTU), se mantienen por debajo de los 5 NTU (límite máximo permisible) cumpliendo con lo establecido por el MINAM (2017), excepto en el filtro_02 (Hydrodictyon Reticulatum) con 6.21 (NTU), lo que indica un aumento de la turbidez en dicho filtro, esto se debe a que al momento de tomar las muestras había sólidos suspendidos.

Además, comparando la turbidez del afluente (Río Chonta – Muestra Base) y efluente de todo el sistema de filtros en serie (Filtro 04 – Carbón Activado), tenemos una remoción final de 83.33% demostrando de esta manera la eficiencia del sistema de filtros.

3.4.3 Turbidez semana 03, valores y porcentaje de remoción.

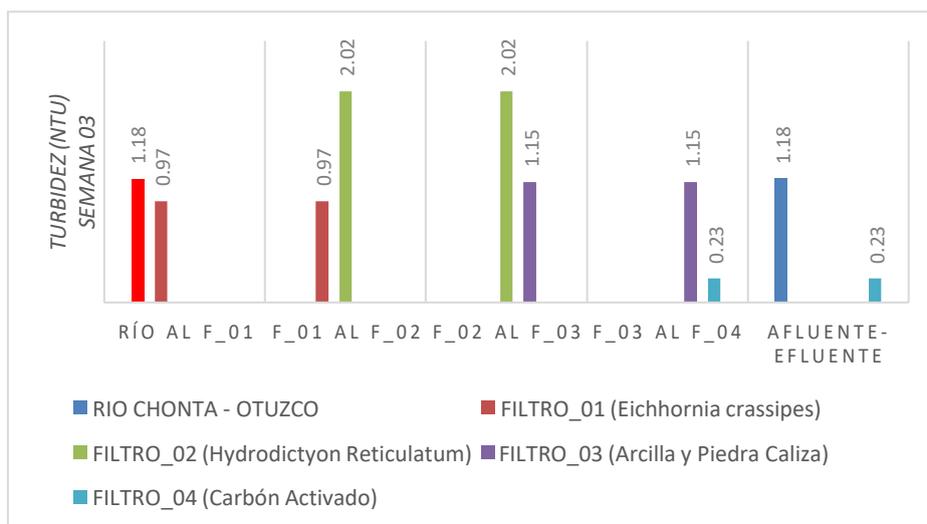


FIGURA 17 Comparación de Turbidez (NTU) en el sistema de filtros semana 03

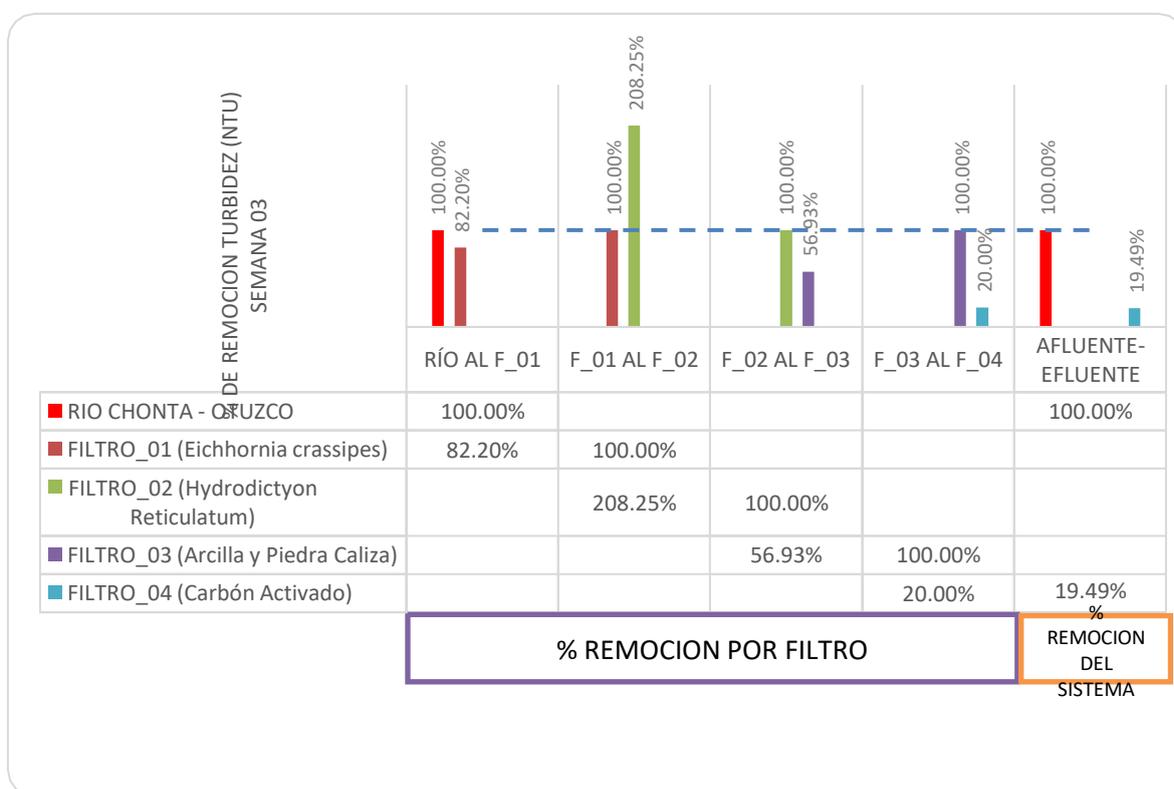


FIGURA 18 Turbidez (NTU) porcentaje de remoción semana 03

En las figuras anteriores (FIGURA 17 y 18), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie en el parámetro turbidez de la semana 03, los filtros que más remoción tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua), filtro 03 (piedra caliza y Arcila) y filtro 04 (Carbón activado), los que individualmente tienen una remoción de turbidez de 17.8 %, 43.07%, 80.00% respectivamente. El filtro_02 (Hydrodictyon Reticulatum) presenta una variación en el aumento de la turbidez respecto al anterior filtro, esto se debe a que al momento de tomar las muestras había sólidos suspendidos, debido a la acumulación de sedimentos por la no limpieza de los filtros.

En la FIGURA 17, se puede apreciar que todos los resultados obtenidos de turbidez (NTU), se mantienen por debajo de los 5 NTU (límite máximo permisible), lo cual cumplen según lo establecido por el MINAM (2017).

Además, comparando la turbidez del afluente (Río Chonta – Muestra Base) y efluente de todo el sistema de filtros en serie (Filtro 04 – Carbón Activado), tenemos una remoción final de 80.51% demostrando de esta manera la eficiencia del sistema de filtros.

3.4.4 Turbidez porcentaje de remoción total y promedio.

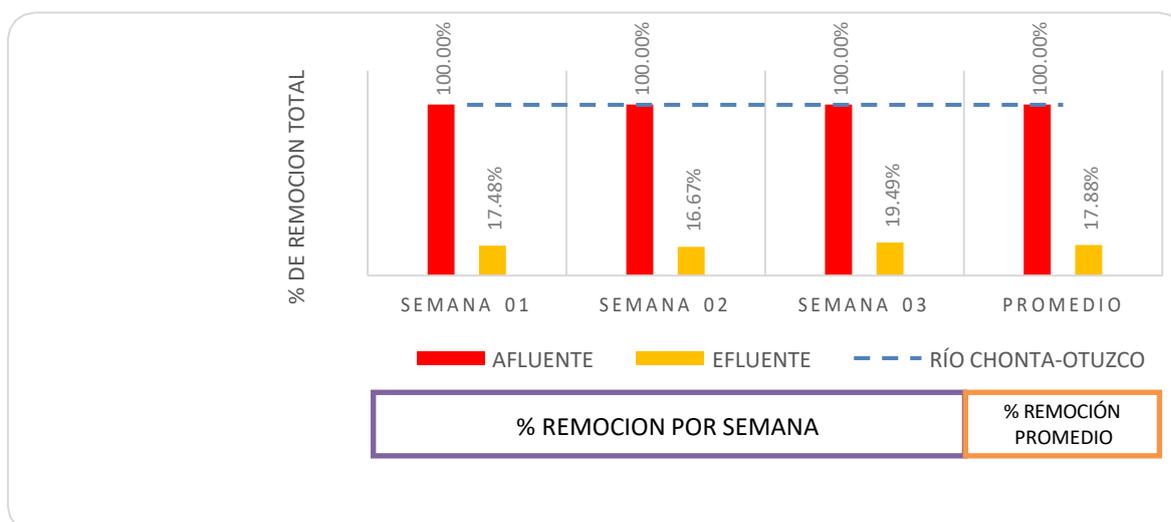


FIGURA 19 Turbidez (NTU) porcentaje de remoción promedio

En la figura anterior (FIGURA 19), se muestra el porcentaje de remoción total de las tres semanas en el parámetro turbidez, además podemos notar que la remoción promedio de las 3 semanas es de 82.12%, esto demuestra la eficiencia del sistema de filtros en serie.

3.4.5 pH semana 01, valores y porcentaje de remoción.

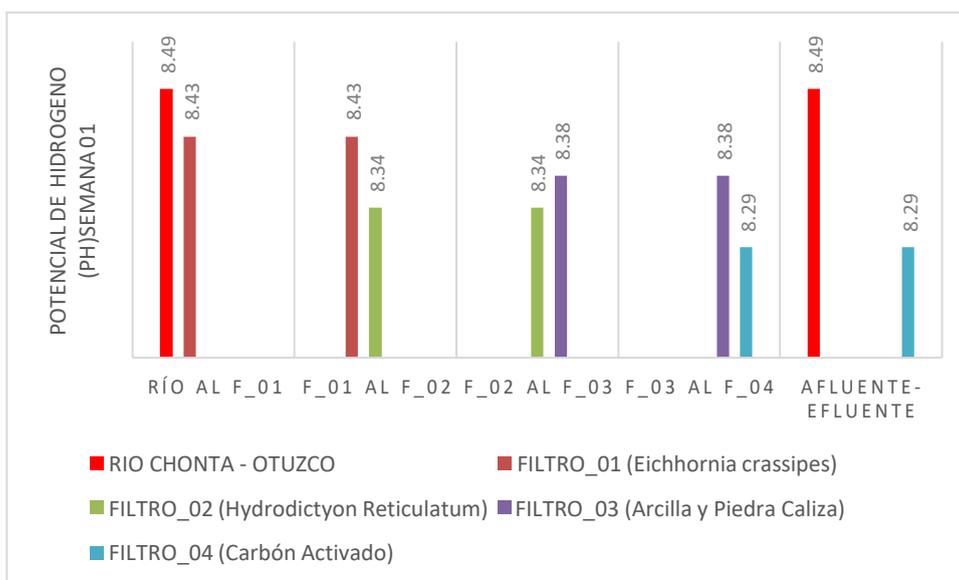


FIGURA 20 Comparación POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) en el sistema de filtros semana 01

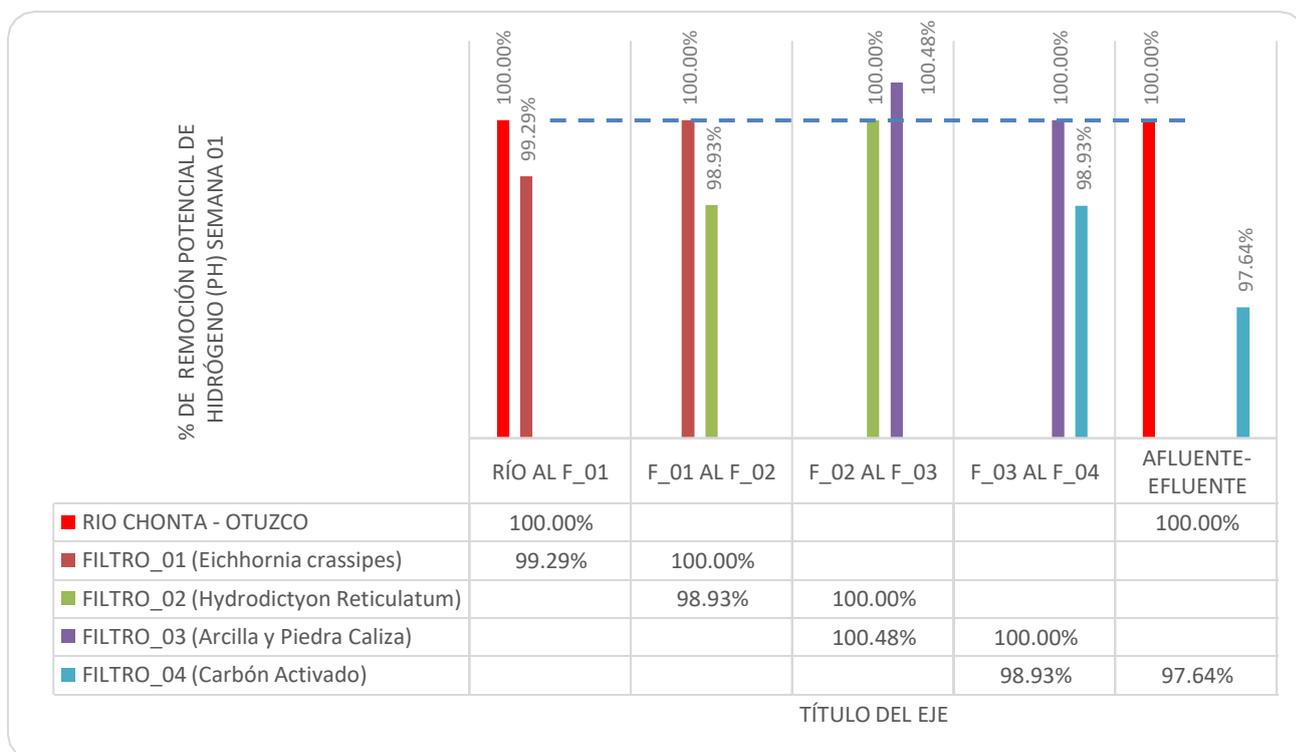


FIGURA 21 Potencial de Hidrógeno (pH) porcentaje de remoción semana 01

En las figuras anteriores (FIGURA 20 y 21), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie en el parámetro pH de la semana 01, los filtros que más mejora tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua), filtro 02 (Hydrodictyon Reticulatum) y filtro 04 (Carbón activado), los que individualmente tienen una mejora de pH de 0.71%, 1.07%, 1.07% respectivamente. En el filtro 03 existe un ligero aumento de un 0.48% pH, esto se debe a la presencia de la piedra caliza en dicho filtro.

En la FIGURA 20, se puede apreciar que todos los resultados obtenidos de potencial de hidrogeno (pH), se mantienen cercano al 8.5 pH, dichos valores se encuentran entre el rango de 6.5 – 8.5 pH (límites máximo permisible), de esta manera cumplen con lo establecido por el MINAM (2017).

Además, comparando el pH del afluente (Río Chonta – Muestra Base) y efluente de todo el sistema de filtros en serie (Filtro 04 - Carbón Activado), tenemos una disminución de 0.2 unidades de pH, esto representa 2.36% ubicándolo dentro de los límites.

3.4.6 pH semana 02, valores y porcentaje de remoción.

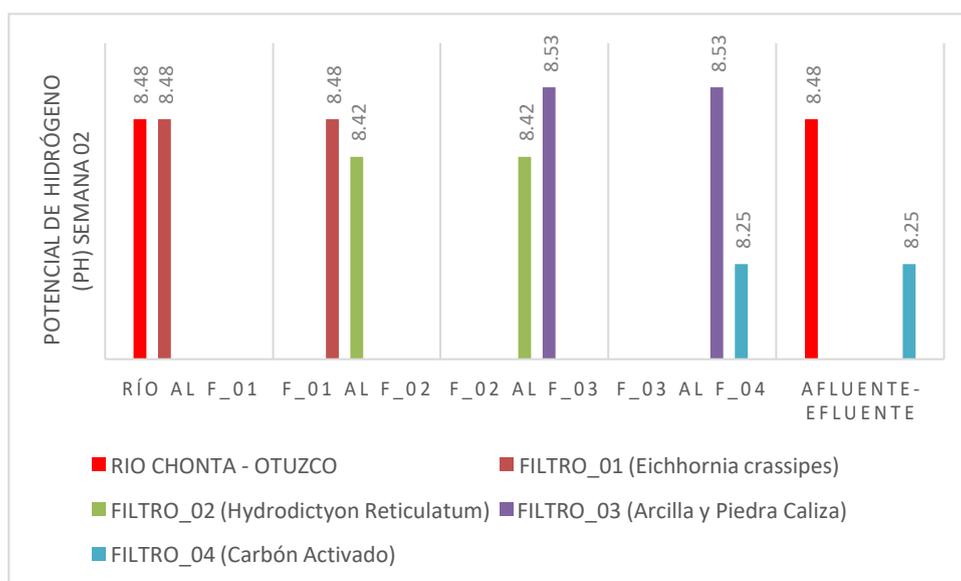


FIGURA 22 Comparación de POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) en el sistema de filtros semana 02

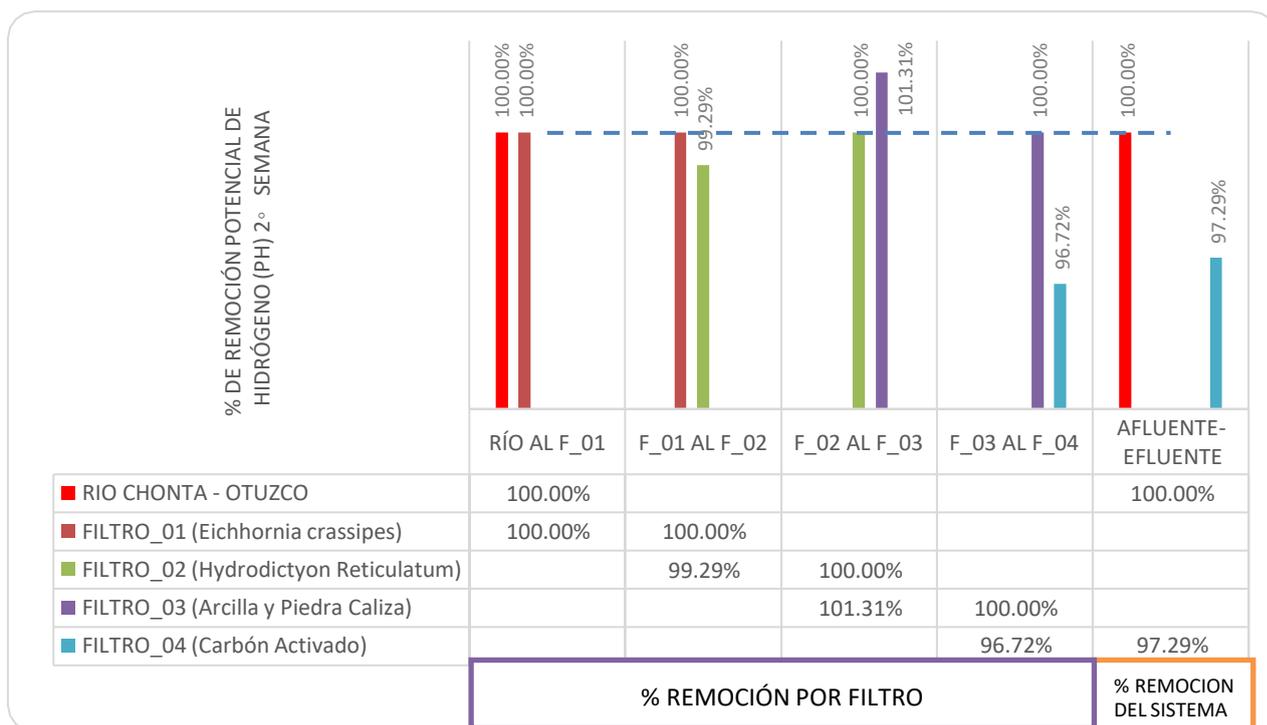


FIGURA 23 Potencial de Hidrógeno (pH) porcentaje de remoción semana 02

En las figuras anteriores (FIGURA 22 y 23) podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie en el parámetro pH de la semana 02, los filtros que más mejora tienen son el filtro 02 (Hydrodictyon Reticulatum) y filtro 04 (Carbón activado), los que individualmente tienen una mejora de pH de 0.71%, 3.28% respectivamente.

En LA FIGURA 22, se puede apreciar que todos los resultados obtenidos de potencial de hidrogeno (pH), se mantienen cercano al 8.5 pH, dichos valores se encuentran entre el rango de 6.5 – 8.5 pH (límites máximo permisible), de esta manera cumplen con lo establecido por el MINAM (2017), excepto en el filtro_03 (Arcilla y Piedra Caliza), existe un ligero aumento de 0.03 pH por encima de lo establecido, esto se debe a la presencia de la piedra caliza en dicho filtro.

Además, comparando el pH del afluente (Río Chonta – Muestra Base) y efluente de todo el sistema de filtros en serie (Filtro 04 – Carbón Activado), tenemos una disminución de 0.23 unidades de pH, esto representa 2.71% demostrando la funcionalidad del sistema.

3.4.7 pH semana 03, valores y porcentaje de remoción.

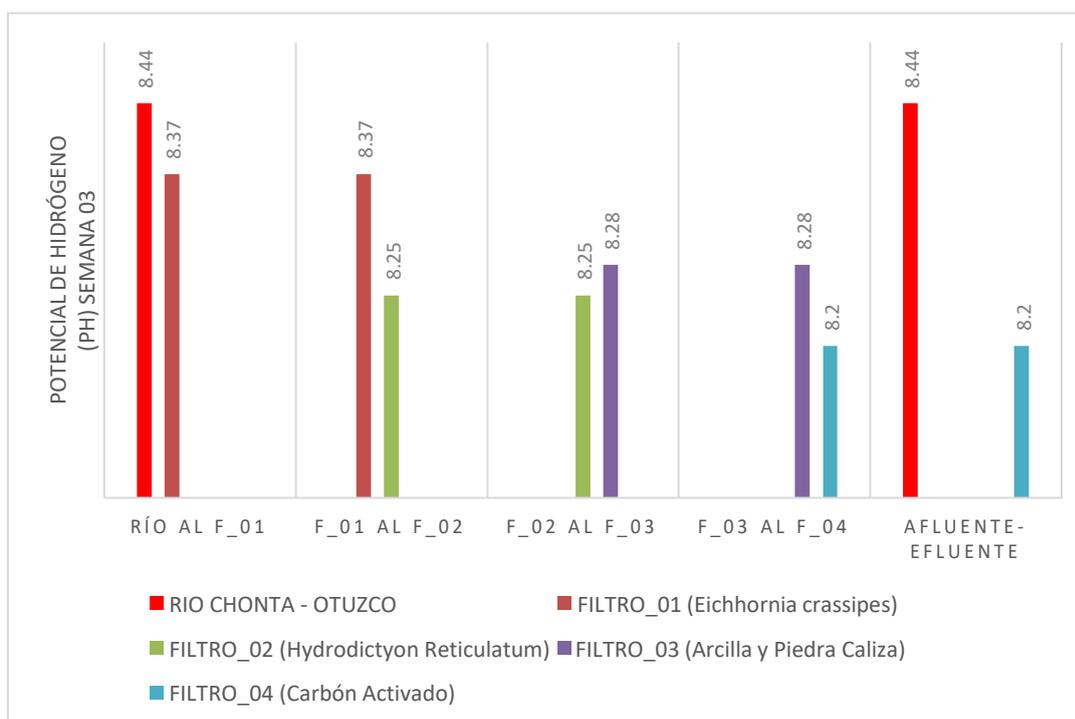


FIGURA 24 Comparación de POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) en el sistema de filtros semana 03

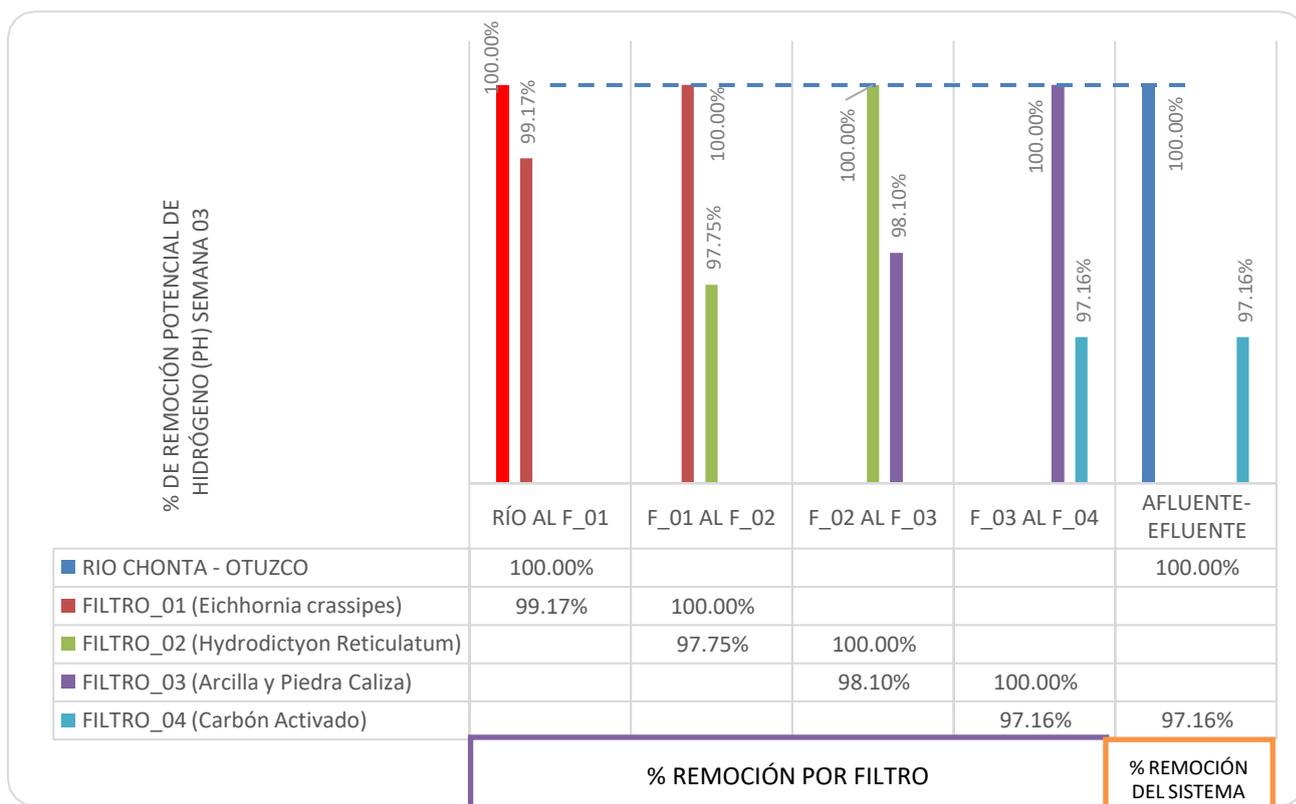


FIGURA 25 Potencial de Hidrógeno (pH) porcentaje de remoción semana 03

En las figuras anteriores (FIGURA 24 y 25), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie en el parámetro pH de la semana 03, los filtros que más mejora tienen son el filtro 02 (Hydrodictyon Reticulatum) y filtro 04 (Carbón activado), los que individualmente tienen una mejora de pH de 2.25%, 2.84% respectivamente. En los otros dos filtros existe mejora, pero en menor cantidad.

En la FIGURA 24, se puede apreciar que todos los resultados obtenidos de potencial de hidrogeno (pH), se mantienen cercano al 8.5 pH, dichos valores se encuentran entre el rango de 6.5 – 8.5 pH (límites máximo permisible), de esta manera cumplen con lo establecido por el MINAM (2017).

Además, comparando el pH del afluente (Río Chonta – Muestra Base) y efluente de todo el sistema de filtros en serie (Filtro 04 – Carbón Activado), tenemos una disminución de 0.24 unidades de pH, esto representa 2.84% demostrando la funcionalidad del sistema.

3.4.8 pH, porcentaje de remoción promedio.

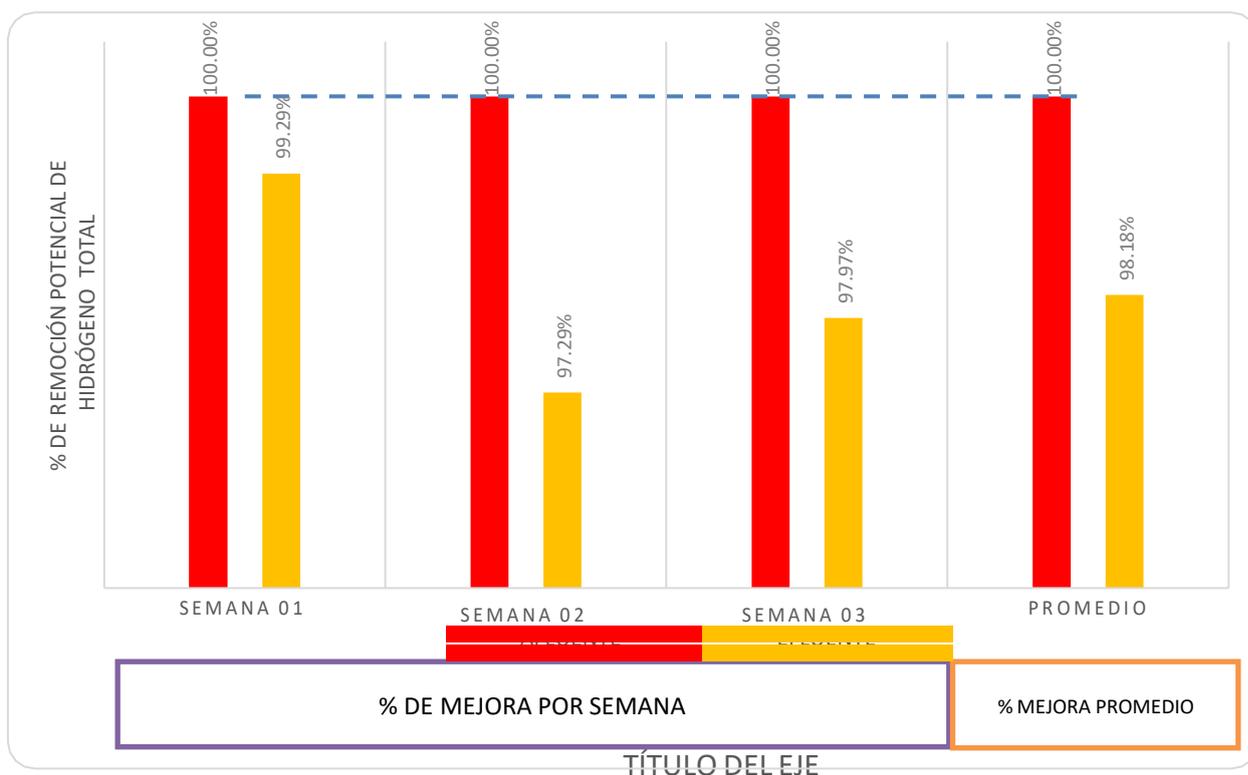


FIGURA 26 Potencial de Hidrogeno (pH), porcentaje de remoción promedio

En la figura anterior (FIGURA 26), se muestra el porcentaje de mejora total de las tres semanas en el parámetro Potencial de Hidrógeno, además podemos notar que la mejoría promedio de las 3 semanas es de 1.82%, esto demuestra la eficiencia del sistema de filtros en serie.

3.4.9 Color verdadero semana 01, 02 y 03 valores y porcentaje de remoción.

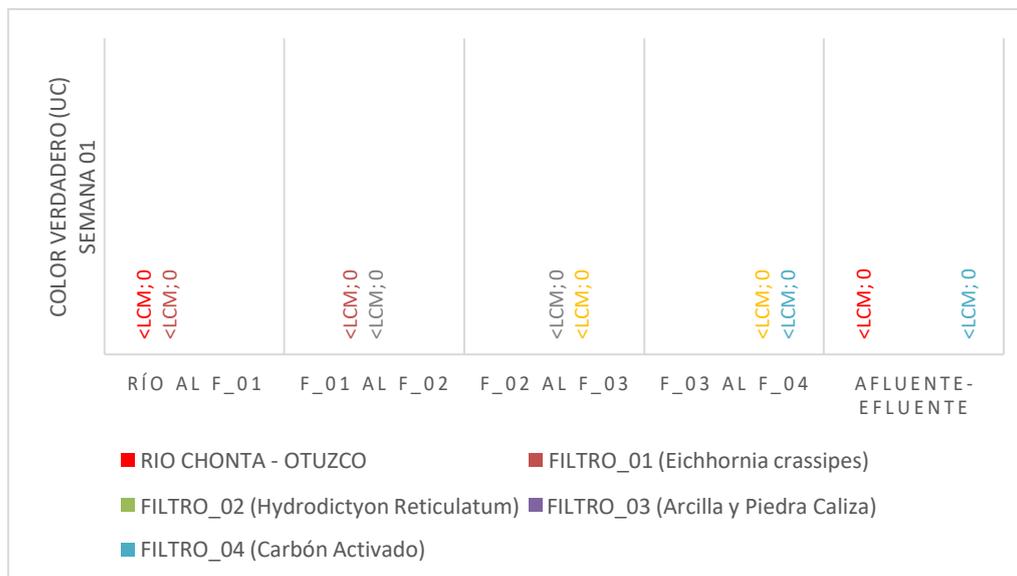


FIGURA 27 Comparación de Color Verdadero (UC) en el sistema de filtros semana 01, 02 y 03

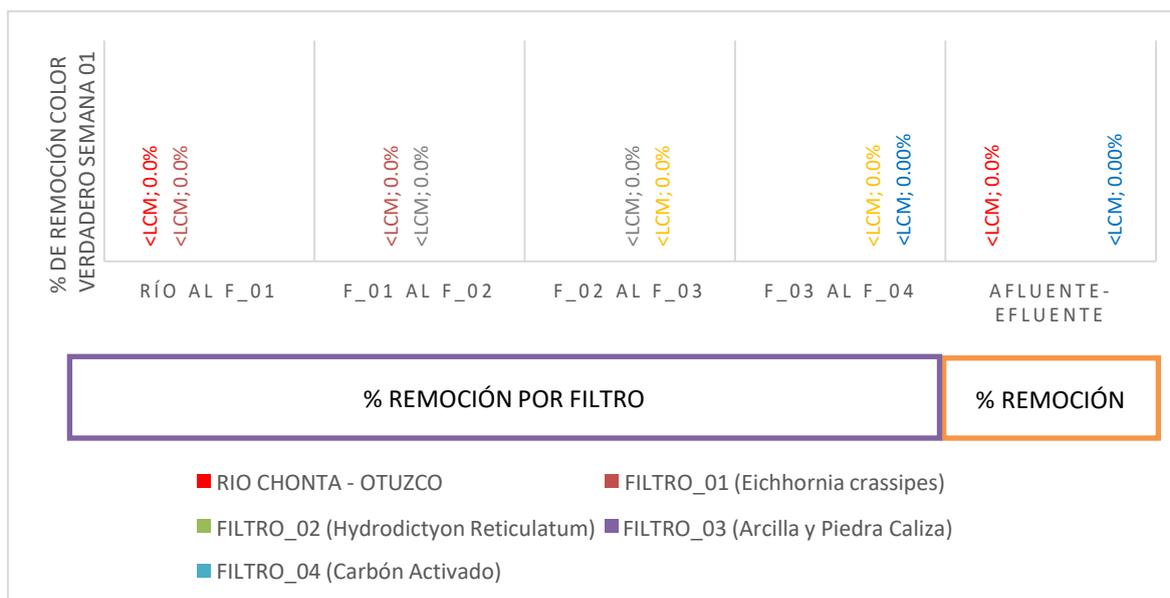


FIGURA 28 Color Verdadero (UC) porcentaje de remoción semana 01, 02 y 03

En las figuras anteriores (FIGURA 27, 28), podemos notar que el sistema de filtros en serie en el parámetro Color verdadero (UC) de las 03 semanas, los valores se mantienen en todos los filtros, no existe variación entre el afluente (Muestra Base – Río Chonta) y efluentes (Jacintos de agua, Hydrodictyon Reticulatum, Arcilla y Pierda Caliza y Carbón Activado).

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM – 2017), el límite máximo permisible para color verdadero es de 15 (UC), obteniéndose de los resultados un valor constante de 0 (UC), por lo tanto, el agua no cuenta con problemas en dicho parámetro.

3.4.10 Coliformes Totales semana 01, valores y porcentaje de remoción.

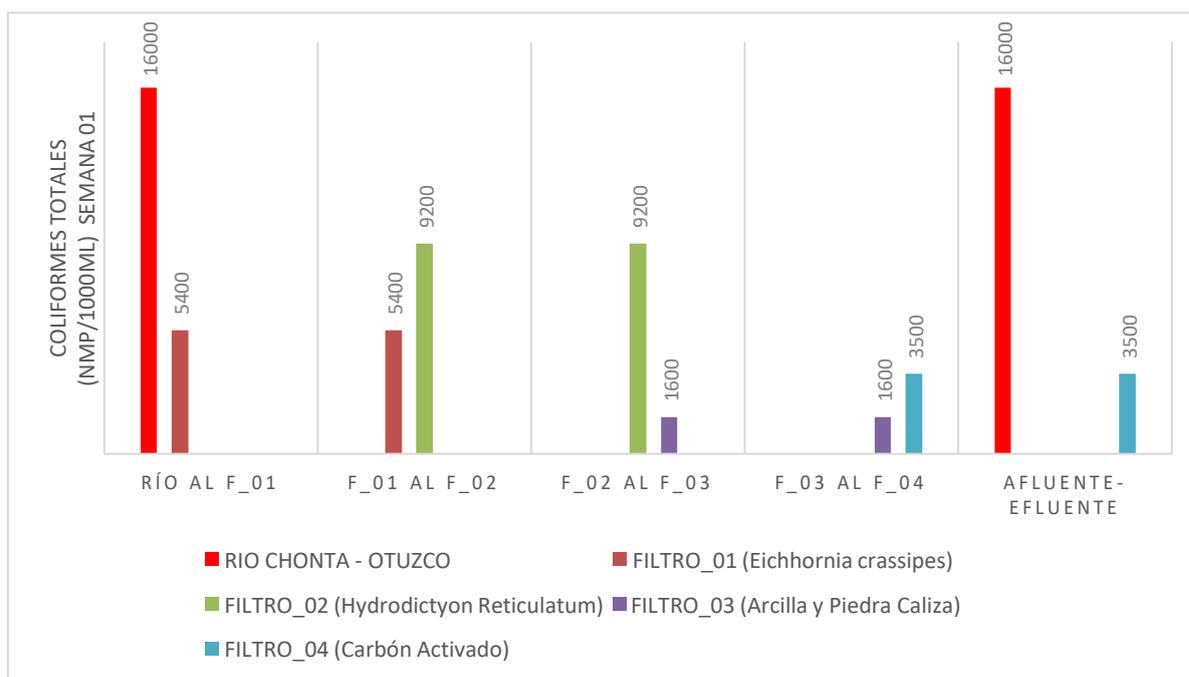


FIGURA 29 Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 01

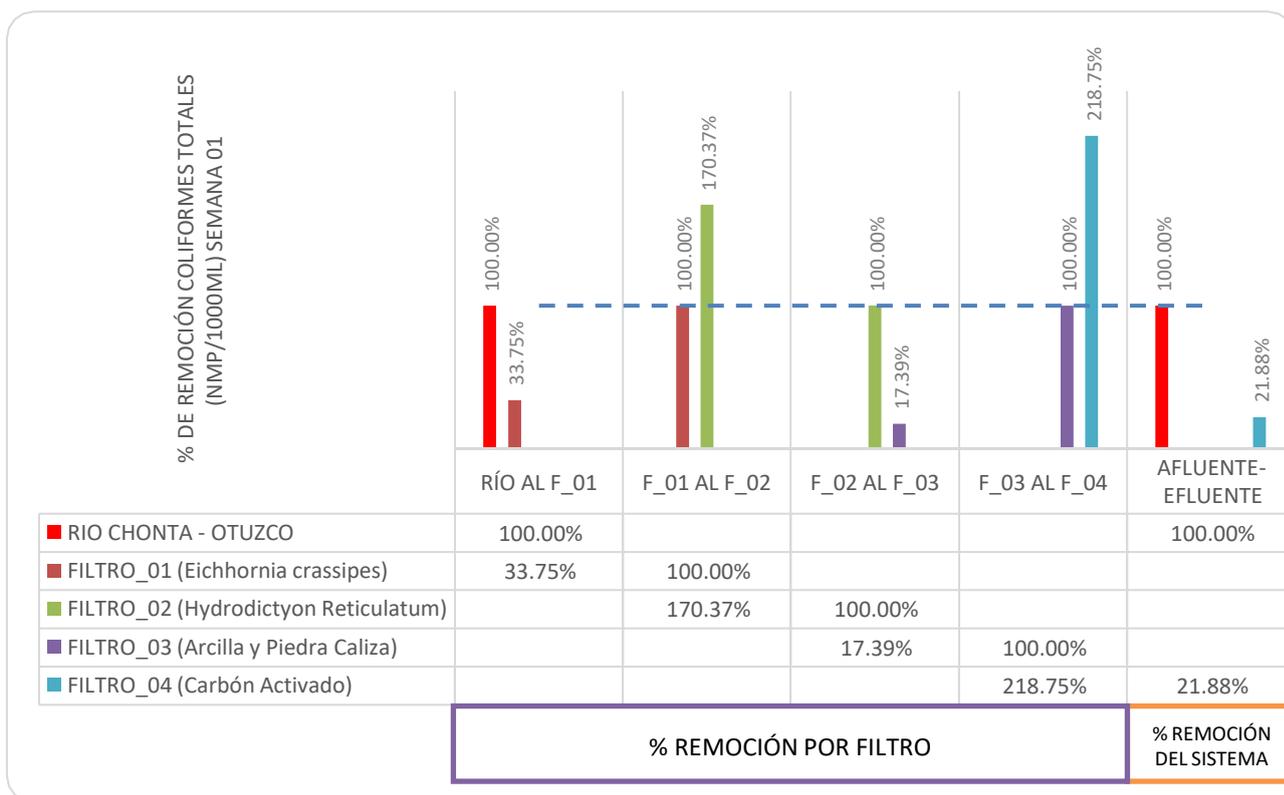


FIGURA 30 Coliformes Totales (NMP/1000mL)porcentaje de remoción semana 01

En las figuras anteriores (FIGURA 29 y 30), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie del parámetro Coliformes Totales (NMP/1000mL) de la semana 01, los filtros que más remoción tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua) y filtro 03 (Piedra Caliza y Arcilla), los que individualmente tienen una remoción de Coliformes Totales (NMP/1000mL) de 66.25%, 82.61% respectivamente, respecto al afluente. En los filtros 02 y 04 existe un ligero aumento.

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM – 2017), el límite máximo permisible para los Coliformes Totales es de 50 NMP/1000mL, obteniéndose de los resultados valores todavía por encima de ello, pero también se aprecia que va disminuyendo en gran cantidad hasta la última muestra.

3.4.11 Coliformes Totales semana 02, valores y porcentaje de remoción.

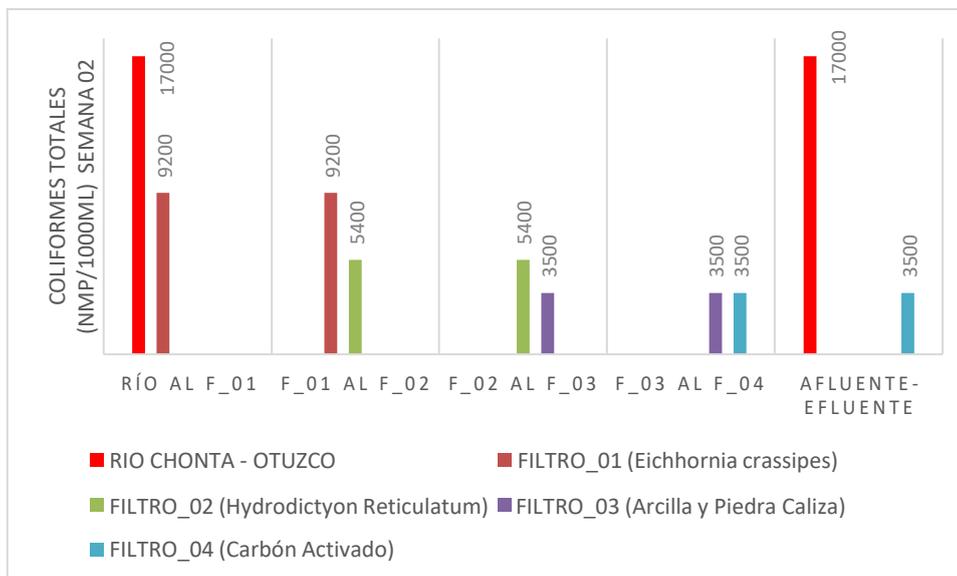


FIGURA 31 Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 02

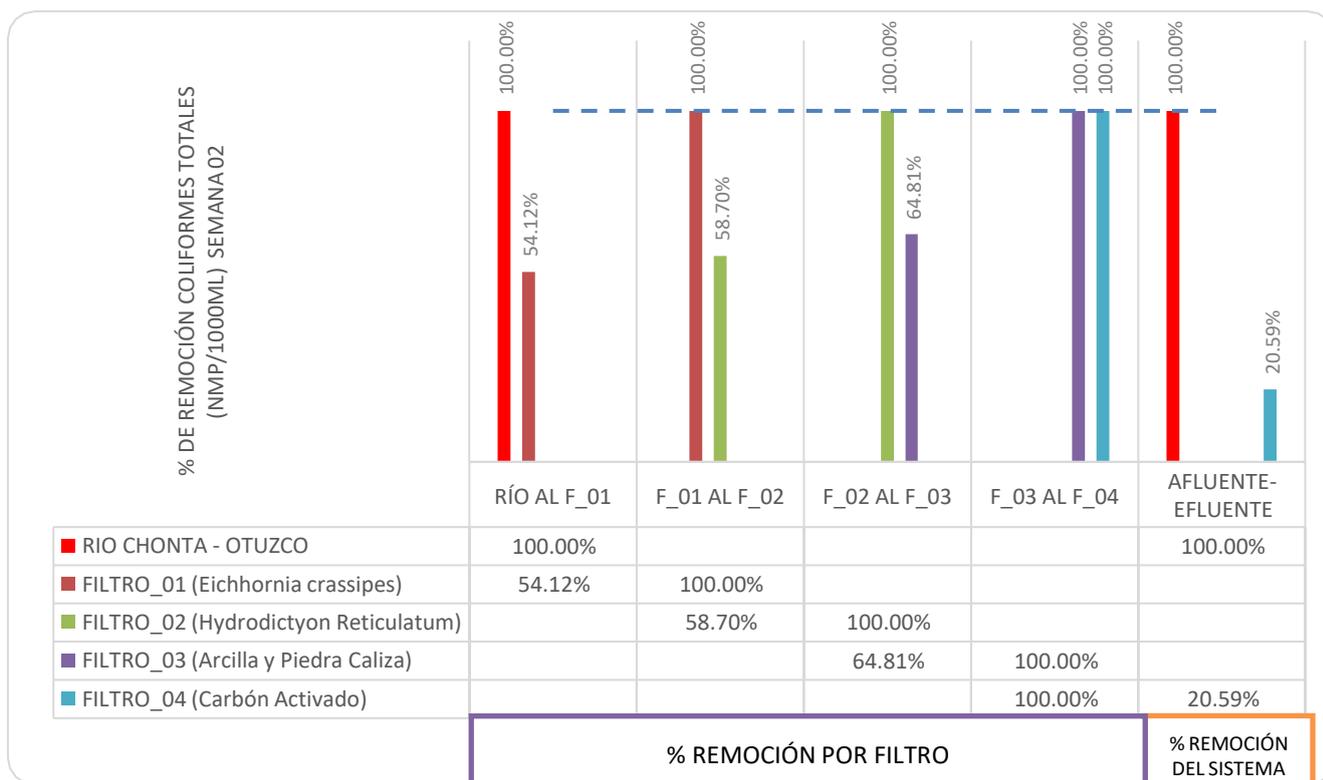


FIGURA 32 Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL) porcentaje de remoción semana 02

En las figuras anteriores (FIGURA 31 y 32), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie del parámetro Coliformes Totales (NMP/1000mL) de la semana 02, los filtros que más remoción tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua), filtro 02 (Hydrodictyon Reticulatum) y filtro 03 (Arcilla y Piedra Caliza), los que individualmente tienen una remoción de Coliformes Totales (NMP/1000mL) de 45.88%, 41.30%, 35.19% respectivamente, respecto al afluente. En el filtro 04 (Carbón Activado) no existe aumento ni disminución los resultados se mantienen.

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM – 2017), el límite máximo permisible para los Coliformes Totales es de 50 NMP/1000mL, obteniéndose de los resultados valores todavía por encima de ello aun en esta semana, pero también se aprecia que va disminuyendo en gran cantidad hasta la última muestra.

3.4.12 Coliformes Totales semana 03, valores y porcentaje de remoción.

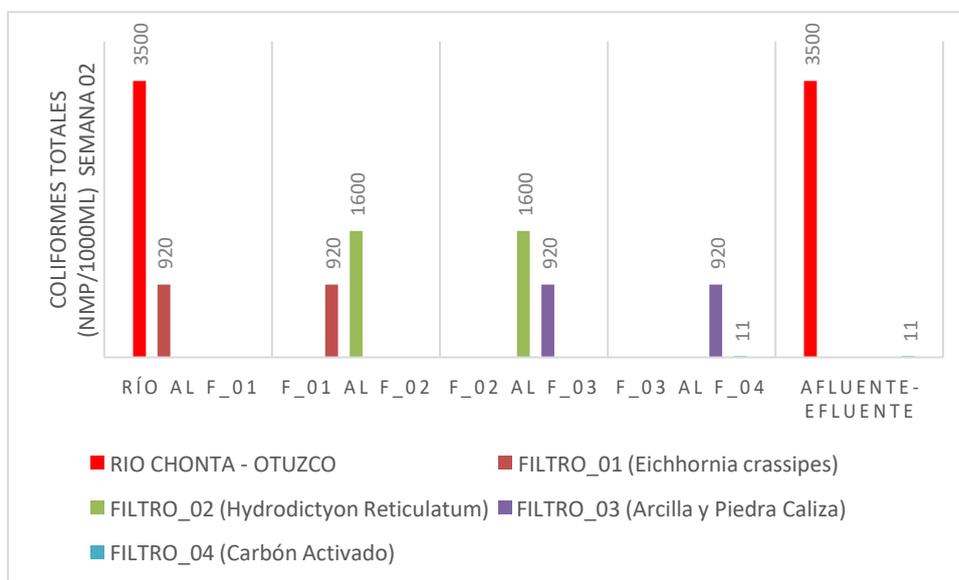


FIGURA 33 Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 03

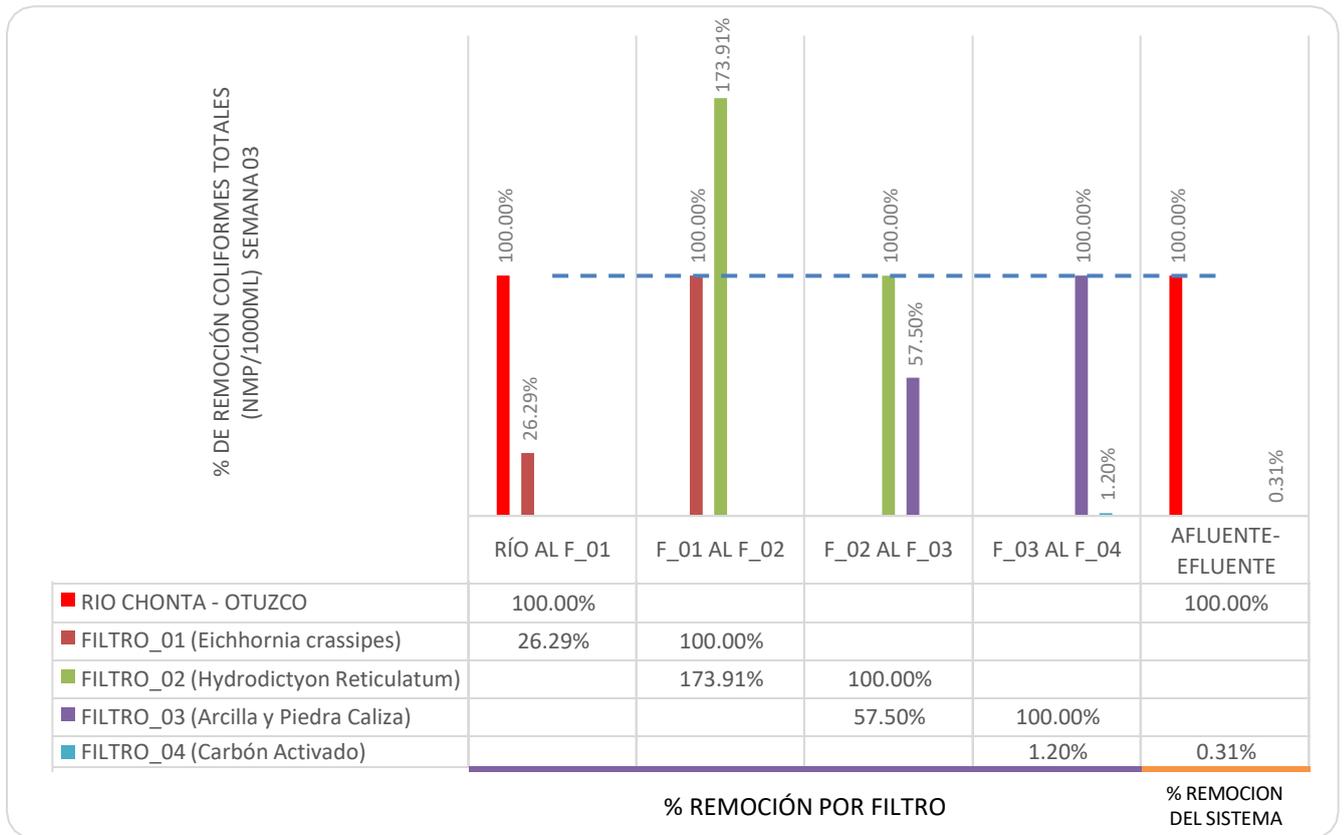


FIGURA 34 Comparación de Coliformes Totales (NMP/1000mL)porcentaje de remoción semana 03

En las figuras anteriores (FIGURA 33 y 34), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie del parámetro Coliformes Totales (NMP/1000mL) de la semana 03, los filtros que más remoción tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua), y filtro 03 (Piedra Caliza y Arcilla) y filtro 04(carbón activado), los que individualmente tienen una remoción de Coliformes Totales (NMP/1000mL) de 73.71%, 42.50%, 98.80% respectivamente, respecto al afluente. En el filtro 02 (Hydrodictyon Reticulatum) existe aumento.

En el sistema de filtros en serie de diferentes materiales, los Coliformes Totales se aprecia que va disminuyendo en gran cantidad hasta la última muestra, obteniendo como resultado último en el filtro_04 (Carbón Activado) de 11 NMP/1000ML, se evidencia que cumple con

el límite máximo permisible de 50 NMP/1000mL, según el Ministerio del Ambiente (MINAM – 2017).

3.4.13 Coliformes Totales porcentaje de remoción promedio.

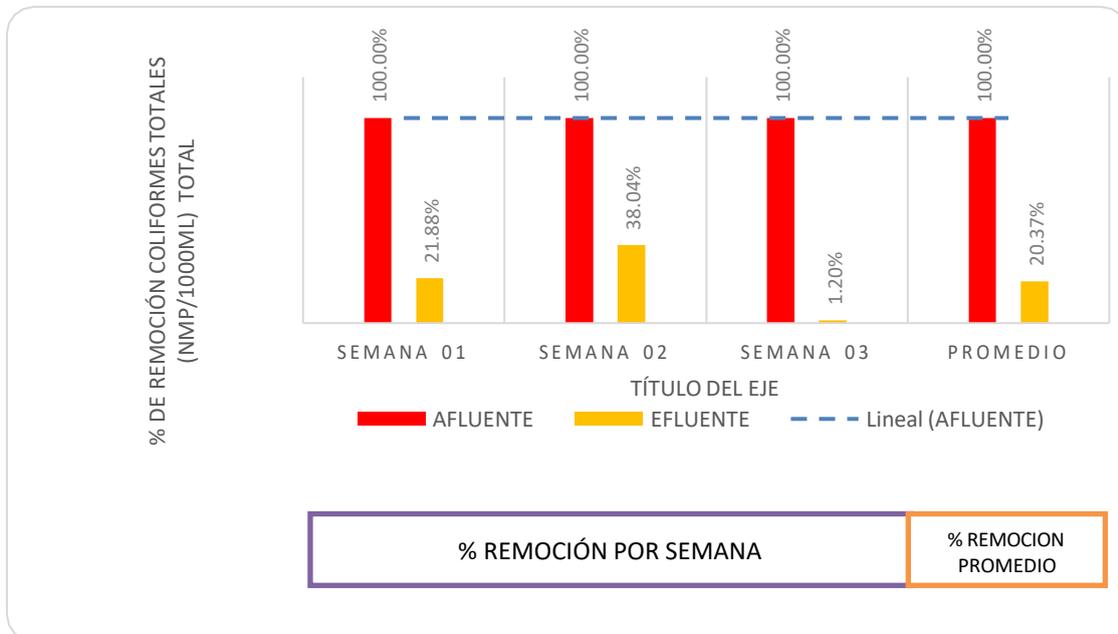


FIGURA 35 Coliformes Totales porcentaje de remoción total

En la figura anterior (FIGURA 35), se muestra el porcentaje de remoción total de las tres semanas en el parámetro Coliformes Totales, además podemos notar que la remoción promedio de las 3 semanas es de 79.63%, esto demuestra la eficiencia del sistema de filtros en serie.

3.4.14 Coliformes Termotolerantes semana 01, valores y porcentaje de remoción.

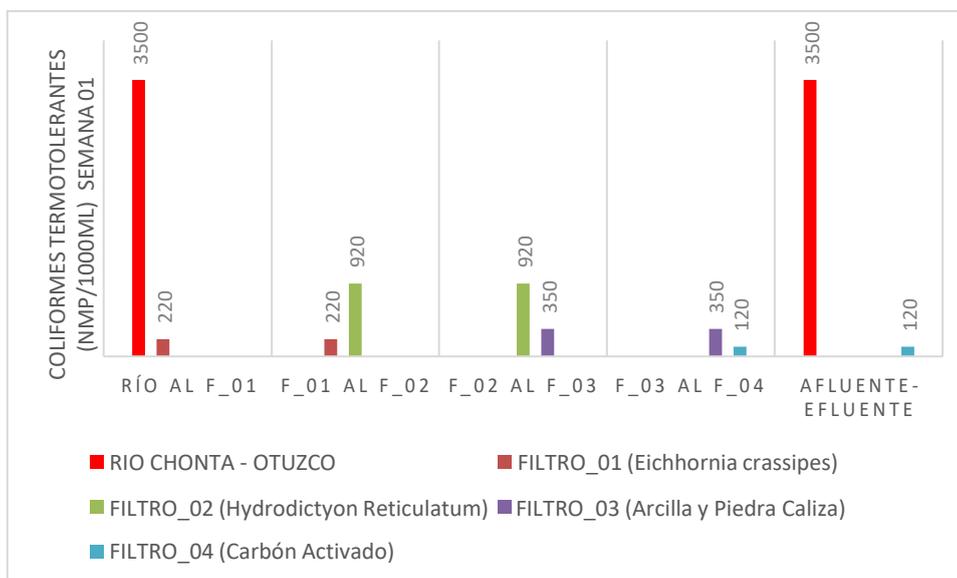


FIGURA 36 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 01

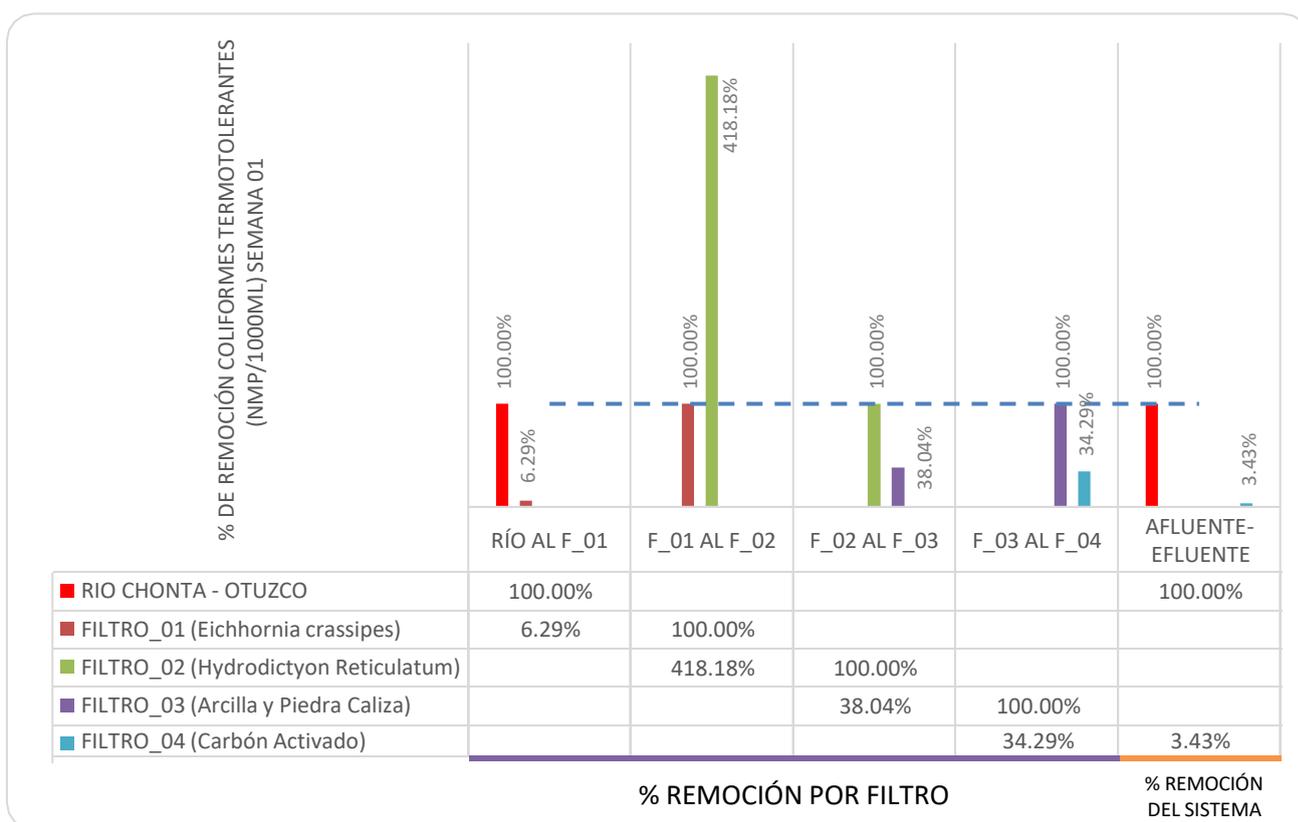


FIGURA 37 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL)porcentaje de remoción semana 01

En las figuras anteriores (FIGURA 36 y 37), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie del parámetro Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) de la semana 01, los filtros que más remoción tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua) y filtro 03 (Piedra Caliza y Arcilla) y filtro 04 (carbón activado), los que individualmente tienen una remoción de Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) de 93.71%, 61.96%, 65.71% respectivamente, respecto al afluente. En el filtro 02 existe un ligero aumento en el primero se debe a la acumulación de contaminantes en el fondo y parte laterales del filtro, debido que no existe un sistema de limpieza.

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM – 2017), el límite máximo permisible para los Coliformes Termotolerantes es de 20 NMP/1000mL, obteniéndose de los resultados valores aproximándose a ello, pero también se aprecia que va disminuyendo en gran cantidad hasta la última muestra.

3.4.15 Coliformes Termotolerantes semana 02, valores y porcentaje de remoción.

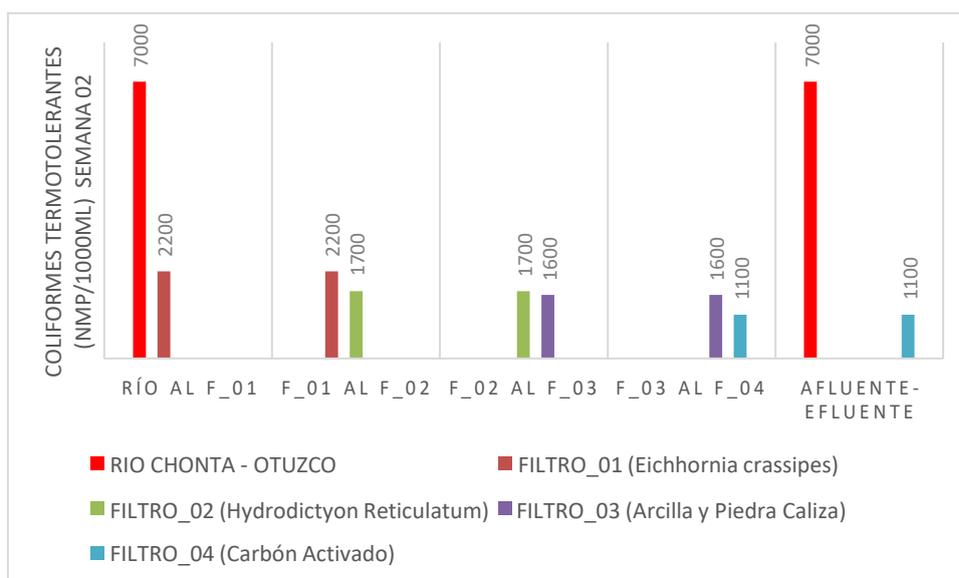


FIGURA 38 Comparación de Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 02

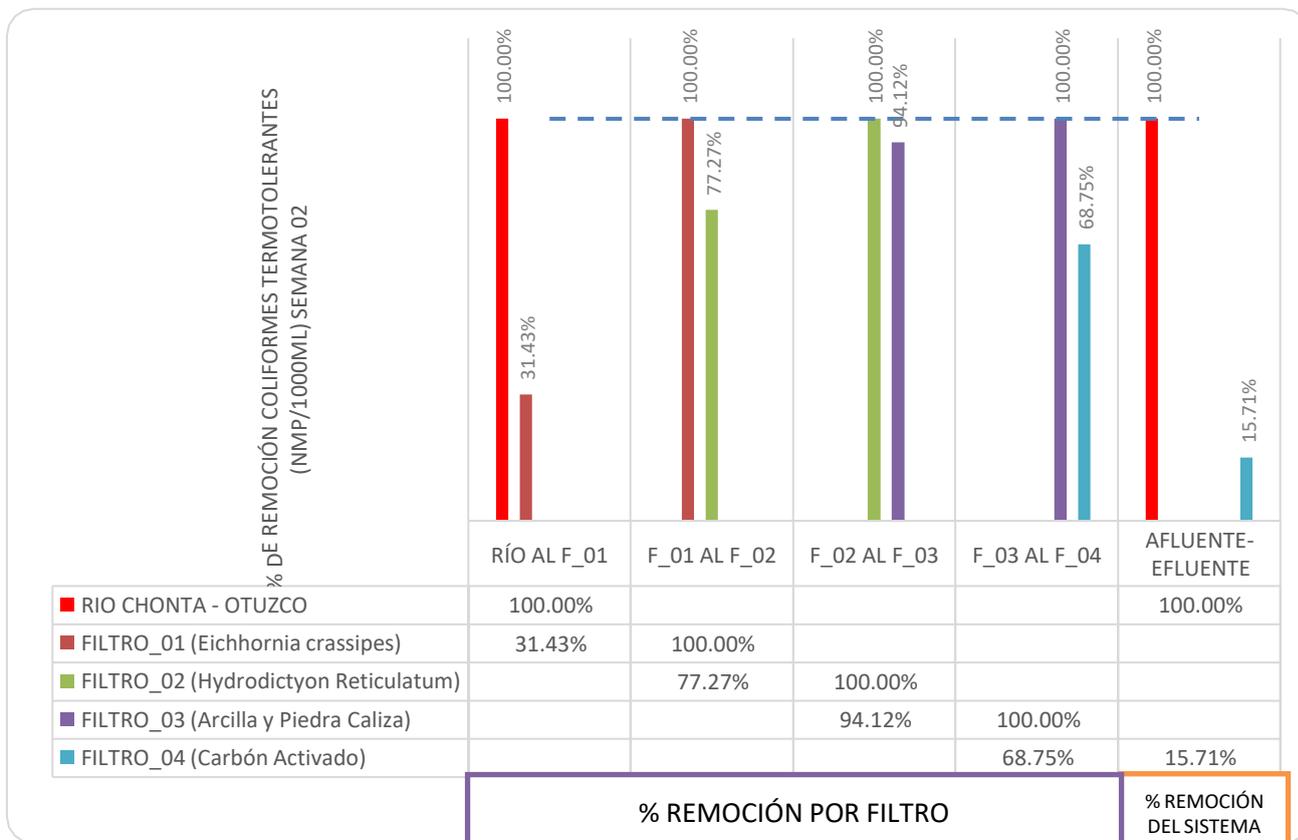


FIGURA 39 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL)porcentaje de remoción semana 02

En las figuras anteriores (Gráfico 38 y 39), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie del parámetro Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) de la semana 02, los filtros que más remoción tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua), filtro 03 (Piedra Caliza y Arcilla) y filtro 04 (carbón activado), los que individualmente tienen una remoción de Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) de 68.57%, 22.73%, 31.25% respectivamente, respecto al afluente. En el filtro 02 (Hydrodictyon Reticulatum) la disminución es mínima con un 5.88% podemos decir que es el menos efectivo.

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM – 2017), el límite máximo permisible para los Coliformes Termotolerantes es de 20 NMP/1000mL, obteniéndose de los resultados valores

aproximado a ello, pero también se aprecia que va disminuyendo en gran cantidad hasta la última muestra.

3.4.16 Coliformes Termotolerantes semana 03, valores y porcentaje de remoción.

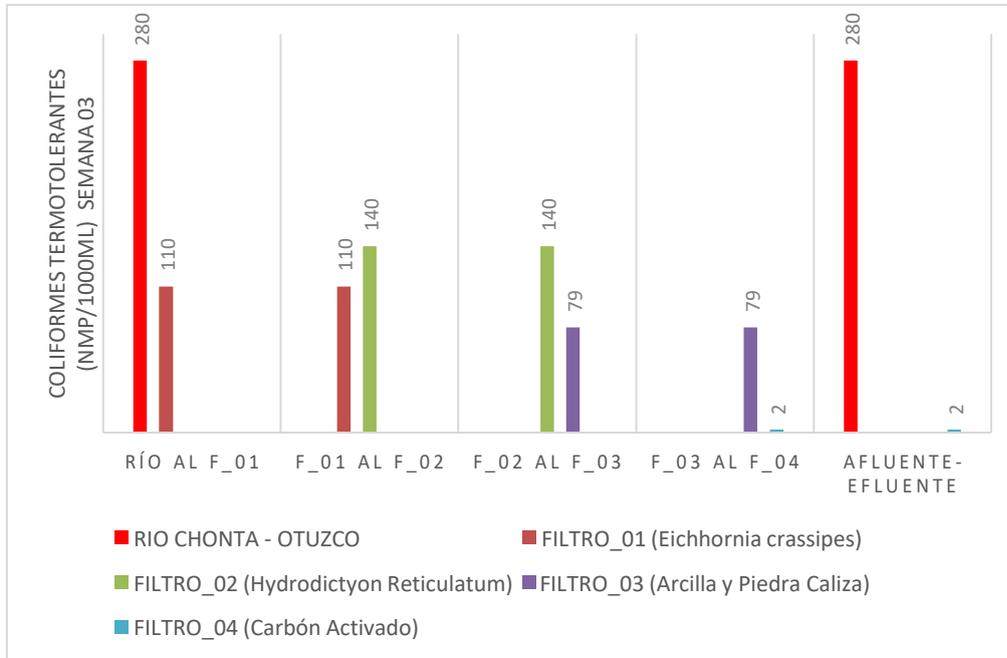


FIGURA 40 Comparación de Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) en el sistema de filtros semana 03

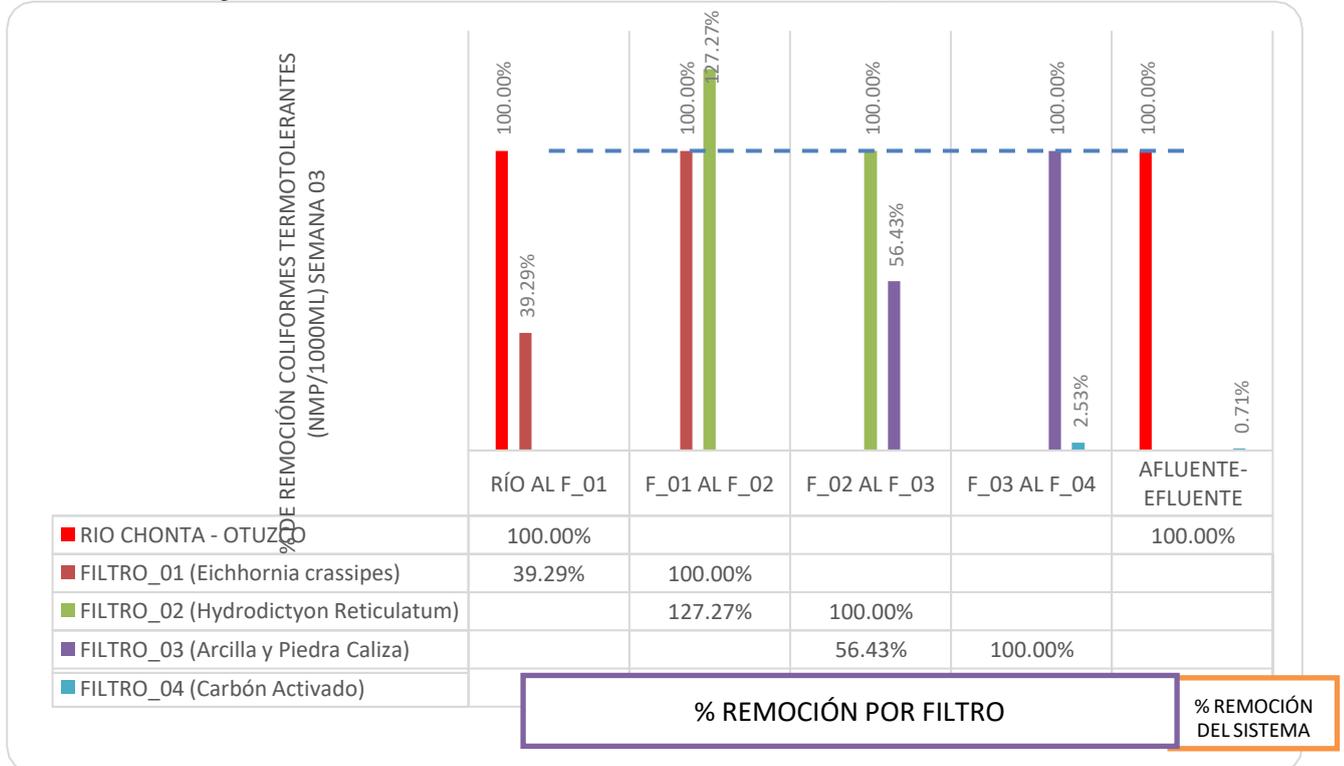


FIGURA 41 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) porcentaje de remoción semana 03

En las figuras anteriores (FIGURA 40 y 41), podemos notar la mejoría secuencial que aporta el sistema de filtros en serie del parámetro Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) de la semana 03, los filtros que más remoción tienen son el filtro 01 (Jacintos de agua), filtro 03 (Piedra Caliza y Arcilla) y filtro 04 (carbón activado), los que individualmente tienen una remoción de Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) de 60.71%, 43.57%, 97.47% respectivamente, respecto al afluente. En el filtro 02 (Hydrodictyon Reticulatum) existe aumento.

En el sistema de filtros en serie de diferentes materiales, los Coliformes Totales se aprecia que va disminuyendo en gran cantidad hasta la última muestra, obteniendo como resultado último en el filtro 04 (Carbón Activado) de 02 NMP/1000ML, se evidencia que cumple con el límite máximo permisible de 20 NMP/1000mL, según el Ministerio del Ambiente (MINAM – 2017).

3.1.17 Coliformes Termotolerantes, porcentaje de remoción promedio total.

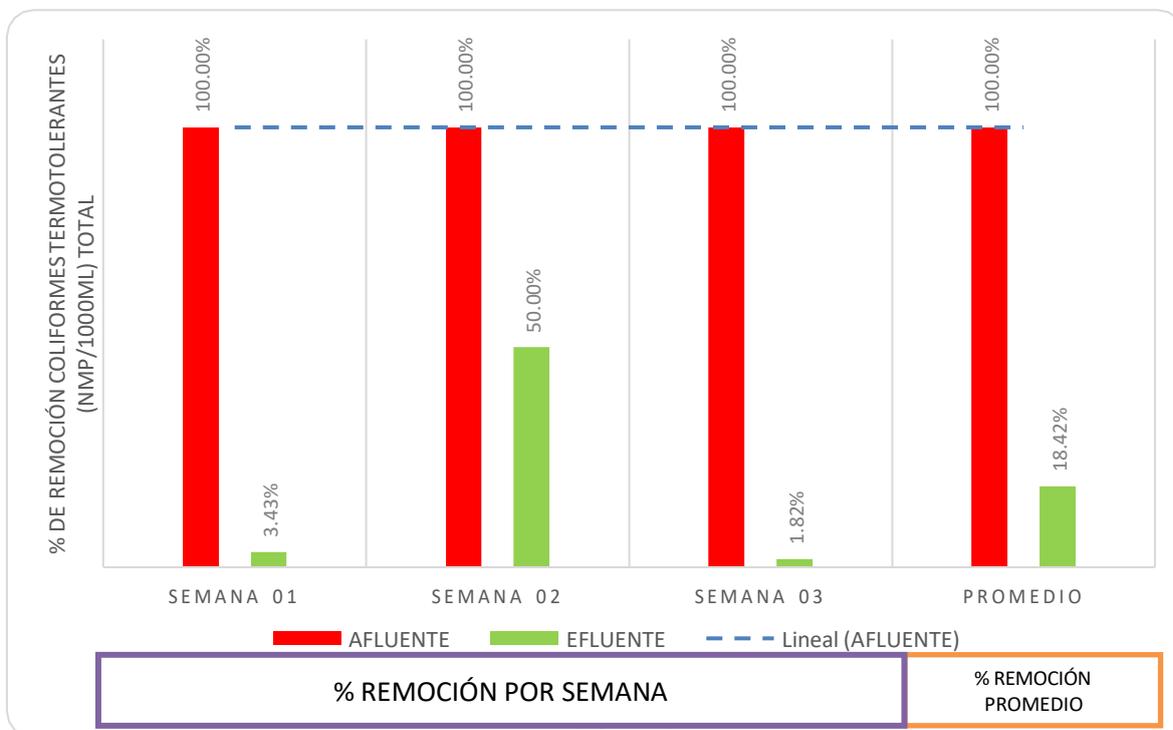


FIGURA 42 Coliformes Termotolerantes (NMP/1000mL) porcentaje de remoción total

En la figura anterior (FIGURA 42), se muestra el porcentaje de remoción total de las tres semanas en el parámetro Coliformes Termotolerantes, además podemos notar que la remoción promedio de las 3 semanas es de 81.58%, esto demuestra la eficiencia del sistema de filtros en serie.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

- En los parámetros estudiados se logró comprobar la eficiencia del sistema de filtros pues se presenta una mejoría en la calidad del agua, individualmente el filtro con menor eficiencia es el filtro 02 pues para los parámetros Coliformes Termotolerantes y turbidez durante las 3 semanas presenta un alza repentina.
- En las FIGURAS 14, 16 y 18, se muestran los porcentajes de remoción del parámetro Turbidez en nuestro sistema, los filtros de mayor remoción son: FILTRO 01 donde se usa las Macrofitas Flotantes, FILTRO 03 de piedra caliza y el FILTRO 04 a base de carbón Activado. El filtro 02 presenta alza durante las semanas 2 y 3 debido a la falta de un accesorio de limpieza.
- En las FIGURAS 20, 22 y 24, se muestran los valores del parámetro PH, durante las 3 semanas los valores obtenidos cumplen con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM, salvo en la semana 2 en el FILTRO 03 los valores son cambiantes por la alcalinidad que es la principal característica de la piedra caliza presente en el filtro.
- En cuanto al parámetro “color verdadero” no se presenta variación durante todas las semanas esto podemos ver en la FIGURA 27 y 28, además se encuentra dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM
- En las FIGURAS 30, 32 y 34, se muestran los porcentajes de remoción del parámetro Coliformes totales en las 3 semanas de estudio, en la primera semana se presenta un alza en el filtro 02 y 04, en la semana 02 los valores porcentuales presentan una disminución en cuanto al filtro anterior, demostrando que el sistema es eficiente, finalmente en la semana 03 si existe mejoría excepto en el filtro 02 que presenta un alza en los valores.

- En cuanto al parámetro Coliformes termotolerantes los valores se presentan en las FIGURAS 36, 38 y 40 para las tres semanas de estudio, en la semana 01 existe un alza de los valores en los filtros 02 y 04, en la semana dos todos los valores disminuyen respecto al anterior esto indica que, si funciona el sistema, para la semana 03 se presenta un alza en el filtro 02 pero en los demás la disminución es notoria.
- En las FIGURAS 19, 26, 35 y 42 se muestran los porcentajes de mejora promedio en los parámetros Turbidez, PH, Coliformes totales y Coliformes termotolerantes respectivamente, teniendo en cuenta los valores de entrada (Afluente-Filtro 01) y salida (Efluente-Filtro 04) se observa que porcentualmente disminuye en gran manera los valores de entrada, una vez más esto afirma que el sistema como tal es funcional.

Comparando nuestros resultados con los obtenidos en las investigaciones que forman parte de nuestros antecedentes, tenemos:

- Para el filtro 01 Los valores porcentuales en el parámetro Turbidez durante las semanas 1, 2 y 3 son 33.74%, 51.79% y 17.8 % respectivamente, García 2012 en la tabla 01, nos menciona que al usar Jacintos obtuvo una mejora del 65%, el valor que más se acerca al presentado por García se muestra en la semana 02.
- Para el FILTRO 03 en las tablas 2 y 3 Llanos S. & Mirano H. (2017), proporciona valores de turbidez de 48% en máximas avenidas y de un 55.5% en época de estiaje al usar piedra caliza, nosotros en obtuvimos 45.39%, 54.27%, 43.07%, valores muy cercanos a los presentados en investigaciones anteriores.
- Finalmente, Chiclote Gonzales Y (2018), en la Tabla 4 presenta valores que representan el 87.17% en la mejora del parámetro Turbidez, nosotros en el FILTRO

- 04, tenemos una remoción del 51.35%, 80.28%, 80.00% durante las 3 semanas de estudio valores cercanos.
- En la tabla 04 se presenta valores obtenidos por Chiclote Y. (2018) en la remoción de Coliformes Totales y termotolerantes, la máxima remoción es de 98.8% y 81.22 % respectivamente nosotros comparando los Coliformes Totales y termotolerantes (NMP/1000mL) del afluente (Río Chonta – Muestra Base) y efluente de todo el sistema de filtros en serie (Filtro 04 – Carbón Activado) tenemos una disminución promedio de 79.63% y 81.58% valor similar a los mostrados por los estudios anteriores, Además la mejora continua de cada filtro es notoria y se evidencian en las FIGURAS 33, 35, 37, 40, 42 y 44, en las cuales podemos apreciar que los valores disminuyen al pasar por los distintos filtros del sistema.
 - Esta investigación tiene como aporte e implicancia, la creación de un sistema de filtros en serie de distintos materiales, con resultados que favorecen a la mejora de la calidad del agua, este sistema cuenta con 4 filtros que trabajan en conjunto, además tienen puntos de control de calidad de agua que nos permiten saber con exactitud el avance del afluente. (Ver Anexo N° 07 Plano del sistema de filtros). Para el proceso de instalación se recomienda tener la siguiente secuencia, primero la habilitación de los materiales necesarios para el sistema, estos se muestran en el plano del sistema de filtros, segundo el lugar de instalación se recomienda en lo posible buscar un lugar amplio de aproximadamente 15m² y que este cerca y debajo de las aguas a purificar, tercero el proceso de instalación una vez designado el lugar y habilitado todos los materiales se procede a la colocación de los filtros con las especificaciones mostradas en el Anexo 08, tanto en espesor de las capas y distancias necesarias. Finalmente se procede a realizar la captación del agua a purificada que nos ayudará en nuestras actividades cotidianas.

- En el proceso de esta investigación se tuvieron algunas limitaciones que dificultaron el trabajo, pero no fueron motivo para no realizar la implementación del sistema de filtros. Así tenemos, el lugar de la instalación del sistema estaba fuera de la ciudad, dando lugar a tener que ir dos veces al día, por tal motivo se contrató un morador de la zona, para que verifique periódicamente el sistema instalado, en ausencia de los investigadores.
- Además, en el proceso de instalación se usó macroalgas o *Hydrodictyon Reticulatum* para ello la primera fuente de obtención era las orillas del río Chonta o lugares cercanos, pero no se encontraron, motivo por el que tuvimos que traer de Bambamarca y San Pablo, estas tuvieron un proceso de adaptabilidad lento, pero no influenciaron directamente en los resultados obtenidos.
- Se recomienda para futuras investigaciones considerar un sistema de limpieza en los filtros esto hará que se obtenga mejores resultados, además en lo posible tratar de conseguir el *Hydrodictyon Reticulatum* de zonas cercanas al río para evitar el proceso de adaptabilidad, finalmente recomendamos tener un monitoreo constante del sistema.

4.2 Conclusiones

- Con la implementación del sistema de filtros se logró demostrar la disminución del grado de remoción de contaminantes presentes en el agua del Río Chonta, con porcentajes promedios que superan el 40% planteado en la hipótesis, de esta manera se acepta la hipótesis.
- Se logró determinar la calidad del agua en el sistema de filtros en serie de diferentes materiales, con valores que indican la mejora positiva de la calidad del agua, siendo un indicador de calidad la ubicación de los parámetros de Turbidez, PH y color verdadero dentro de los límites permisibles, aunque los Coliformes totales y

termotolerantes no cumplen con los límites permisibles mejoran en gran cantidad con respecto al afluente.

- Se elaboraron 4 filtros en serie de distintos materiales, tales como: primer filtro de macrófitas flotantes (Jacintos), el segundo filtro tiene macroalgas de nombre científico (*Hydrodictyon Reticulatum*), el filtro 03 está compuesto a base de Arcilla (ladrillos reciclados) y Piedra caliza y el filtro 04 que está compuesto a base de Carbón activado.
- Se realizó el análisis secuencial de los parámetros (Turbidez, Color verdadero, pH, Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes) en las muestras de los distintos filtros que conforman el sistema en serie durante 3 semanas, tomando muestras en cada punto de control de cada filtro, en su totalidad se realizó 15 análisis de muestras, 03 Muestras Base (Río Chonta), y 03 muestras por cada filtro: filtro 01 (Macrófitas flotantes – Jacintos), filtro 02 (*Hydrodictyon Reticulatum*), filtro 03 (Arcilla y Piedra Caliza) y filtro 04 (Carbón Activado) en el Gobierno Regional del Agua - Cajamarca.
- Se evaluó la eficacia del sistema de filtros con el estudio secuencial de cada filtro en relación al anterior, donde se determinó lo siguiente: los filtros con más porcentaje de remoción de contaminantes y favorables al sistema de filtros en serie fueron: el filtro 01 y el filtro 04 mientras que los filtros de menor porcentaje de remoción de contaminantes fueron el filtro 03 y el filtro 02.
- Se logró determinar el grado de remoción final de los contaminantes en los parámetros estudiados con los siguientes: turbidez 82.12% y pH 1.82% de mejora, Coliformes totales 79.73% y Coliformes termotolerantes 81.58%, el Color Verdadero no presentó variación, se mantuvo las tres semanas, estos valores demuestran la eficiencia del sistema de filtros en la remoción de contaminantes en la calidad del agua del río chonta – Tramo Otuzco en la ciudad de Cajamarca 2019.

REFERENCIAS

- Autoridad Nacional del Agua (2016), "Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos" LIMA.
- Camilo A. Torres, César A. García, Juan C. García, María C. García y Robinson Pacheco (2017), "Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración". COLOMBIA.
- Chiclote Gonzales Yuliana Esther (2018), "Mejora de la calidad del agua del río cumbe empleando filtro de carbón activado", Universidad Privada del Norte CAJAMARCA- PERÚ.
- Denis Infante Chipile (2017), “Carbón activo granular, en la mejora de la calidad del agua potable.” CAJAMARCA PERÚ.
- Eduardo Morales, Sinziana Rivera, Reinaldo Lozano y Carlos Bicudo (2015). "Primer reporte confirmado de Hydrodictyon reticulatum (Chlorophyta, Hydrodictyaceae) para Bolivia", Universidad Católica Boliviana “San Pablo”
- Jorge Martelo, Jaime Lara Borrero(2012)"Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales" BOGOTÁ COLOMBIA. Pontificia Universidad Javeriana.
- Llanos S. & Mirano H. (2017), en su investigación “Evaluación de la eficiencia del filtro de arena y filtro de piedra caliza, en la remoción de parámetros físicos, de las aguas de la quebrada Oyada, Moyobamba – Peru 2017”.
- MINAM. (2017). Estándares de Calidad Ambiental y establecen Disposiciones. Lima: El peruano.
- Reglamento nacional de Edificaciones (2006) "Obras de saneamiento, Instalaciones Sanitarias" LIMA-PERÚ

Soler, C., Crespi, R., Soler, E., Pugliese, M. 2018. Performance of free water surface flow constructed wetland with floating aquatic macrophytes. *Ingeniería del agua*, 22(2), 69-78. <https://doi.org/10.4995/Ia.2018.8596>

Zarela Milagros García Trujillo. (2012). “Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas”. LIMA-PERÚ. Universidad Nacional de Ingeniería.

ANEXOS

ANEXO N° 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Planteamiento del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuánto mejora la calidad del agua utilizando filtros en serie de diferentes materiales en el río Chonta – Tramo Otuzco en la ciudad de Cajamarca 2019?	Objetivo general: Determinar la calidad del agua utilizando un sistema de filtros en serie de diferentes materiales en el río chonta – Tramo Otuzco en la ciudad de Cajamarca 2019.	Con la implementación del sistema de filtros en serie de diferentes materiales en el río Chonta – Tramo Otuzco, en la ciudad de Cajamarca, 2019; la calidad del agua supera el 40% de mejora en los parámetros turbidez, coliformes totales y coliformes termomagnéticos.	Dependiente: Calidad de Agua	Tipo de Investigación: Investigación Experimental
	Objetivos específicos: Elaborar un sistema de filtros en serie con diferentes materiales tales como Jacintos de agua, macroalgas (Hydrodictyon Reticulatum), Piedra Caliza, Arcilla y carbón activado. Realizar el estudio secuencial de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua antes y después de pasar por el sistema de filtros en serie (ensayos de laboratorio). Evaluar la eficiencia del sistema de filtros en serie de diferentes materiales. Determinar el grado de remoción de carga contaminante presente en el agua luego de pasar a través de los filtros en serie de diferentes materiales.		Independiente: Sistema de filtros en serie de diferentes materiales	Enfoque de la investigación El enfoque de esta investigación es cuantitativo Corte nuestra investigación presenta un corte transversal Técnicas de recolección de datos Observación directa, ya que en esta investigación se tomaron los datos observando los resultados de laboratorio luego de tomar las muestras respectivas antes y luego de implementar el sistema

ANEXO N° 02 PANEL FOTOGRÁFICO



FIGURA 43 Recojo de Macrofitas Flotantes



FIGURA 44 Macrófitas Flotantes - Jacintos

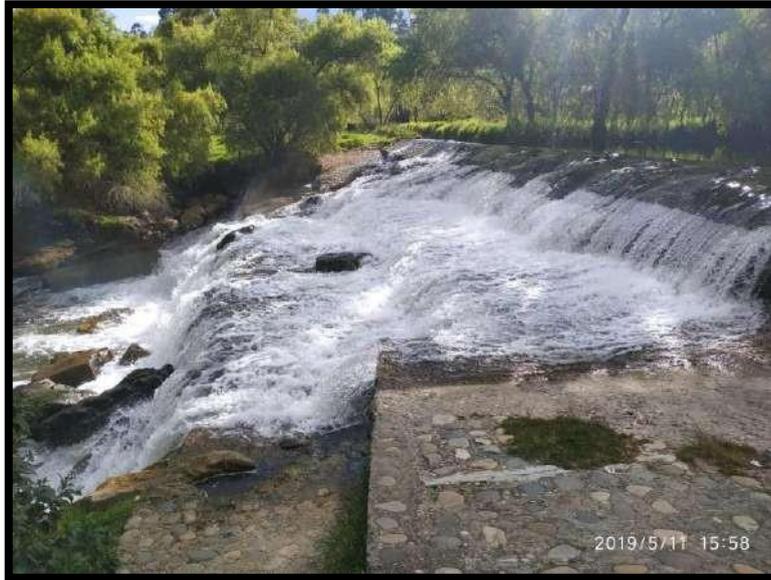


FIGURA 45 Captación para el sistema de Filtros



FIGURA 46 Lugar a Ubicar el Sistema de Filtros



FIGURA 47 Preparación de materiales para el filtro



FIGURA 48 Materiales para los filtros



FIGURA 49 Habilitacion de materiales



FIGURA 50 Proceso de instalación en campo



FIGURA 51 Punto de Captación de agua para el sistema de agua



FIGURA 52 Materiales y proceso de instalación



FIGURA 53 instalación de filtros



FIGURA 54 Capa 01 de filtro con arcilla y piedra caliza



FIGURA 55 Capa 02 de filtro con arcilla y piedra caliza



FIGURA 56 Capa 03 de filtro con arcilla y piedra caliza



FIGURA 57 Arena gruesa capa 04 de filtro con arcilla y piedra caliza



FIGURA 58 Piedra caliza Capa 05 de filtro con arcilla y piedra caliza



FIGURA 59 Arcilla Capa 06 de filtro con arcilla y piedra caliza



FIGURA 60 Gravilla capa 07 de filtro con arcilla y piedra caliza



FIGURA 61 Canto rodado de 3/4 Capa 01 de filtro de carbón activo



FIGURA 62 Gravilla capa 02 de filtro de carbón activado



FIGURA 63 Arena gruesa capa 03 de filtro de carbón activado



FIGURA 64 Carbón capa 04 de filtro de carbón activado



FIGURA 65 punto de control Entrada Muestra base



FIGURA 66 Punto de control de muestra Filtro 01



FIGURA 67 Punto de control Filtro 04



FIGURA 68 filtro 01 macrofitas flotantes (jacintos de agua)



FIGURA 69 filtro 02 Hydrodictyon Reticulatum



FIGURA 70 Filtro 03 Arcilla y piedra caliza



FIGURA 71 filtro 04 carbón activado



FIGURA 72 Supervisión del asesor de tesis



FIGURA 73 Proceso de toma de muestra



FIGURA 74 supervisión del asesor



FIGURA 75 Toma de muestra en la entrada del río muestra base semana 01.



FIGURA 76 muestra base semana 02



FIGURA 77 muestras filtro 04 semana 02



FIGURA 78 Supervisión del asesor en semana 02

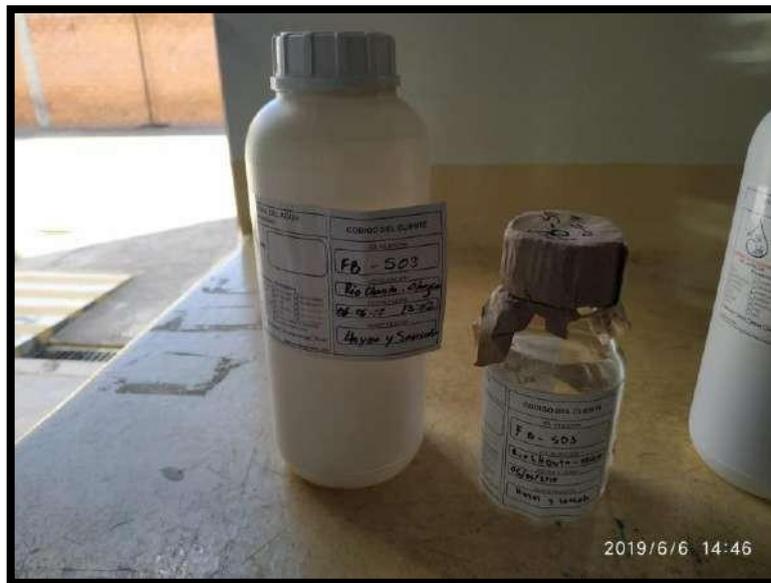


FIGURA 79 Muestra base semana 03



FIGURA 80 Visita a campo con el asesor



FIGURA 81 Seguimiento del proyecto por parte del asesor

ANEXO N° 03 FORMATOS DE RECOJO DE MUESTRAS

3.1 FORMATOS SEMANA 01



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

<input checked="" type="checkbox"/> MUESTRA BASE	FECHA: 23 / 05 /2019 LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZCO
--	--

MUESTRAS FISICOQUIMICOS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	Muestra Base (Río)_S01	16:07

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	Muestra Base (Río)_S01	16:10



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZZO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA:	23 / 05 /2019
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	LUGAR:	RÍO CHONTA-OTUZZO
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA		
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO		

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_01 - S01	16:12

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_01 - S01	16:15



FOTOGRAFÍAS

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA:	23 / 05 /2019
	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	LUGAR:	RÍO CHONTA-OTUZCO
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA		
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO		

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_02 - S01	16:23

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_02 - S01	16:20



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZZO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA: 23 / 05 /2019
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	
	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA	LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZZO
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO	

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICOS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_03 - S01	16:25

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_03 - S01	16:22



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZZO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA: 23 / 05 /2019
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA	LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZZO
	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO	

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICOS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_04 - S01	16:29

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_04 - S01	16:26



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET

3.2 FORMATOS SEMANA 02



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

MUESTRA BASE

FECHA: 30 / 05 /2019

LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZCO

MUESTRAS FISICOQUIMICOS

ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	Muestra Base (Río)_S02	17:03

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS

ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	Muestra Base (Río)_S02	17:00



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZZO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA:	30 / 05 /2019
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	LUGAR:	RÍO CHONTA-OTUZZO
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA		
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO		

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_01 - S02	16:07

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_01 - S02	16:10



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA:	30 / 05 /2019
	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	LUGAR:	RÍO CHONTA-OTUZCO
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA		
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO		

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_02 - S02	16:27

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_02 - S02	16:29



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA: 30 / 05 /2019
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	
	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA	LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZCO
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO	

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICOS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_03 - S02	16:47

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_03 - S02	16:50



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA: 30 / 05 /2019
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA	LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZCO
	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO	

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICOS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_04- S02	17:15

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_04- S02	17:12



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET

3.3 FORMATOS SEMANA 03



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

MUESTRA BASE

FECHA: 06 / 06 /2019

LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZCO

MUESTRAS FISICOQUIMICOS

ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	Muestra Base (Río)_S03	13:03

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS

ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	Muestra Base (Río)_S03	13:00



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO

ASESOR

NOMBRE:
HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON

NOMBRE:
SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK

NOMBRE:
ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZZO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

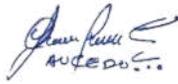
TIPO DE FILTRO:	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA:	06 / 06 /2019
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	LUGAR:	RÍO CHONTA-OTUZZO
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA		
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO		

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_01 - S03	12:23

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_01 - S03	12:20



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
		
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA:	06 / 06 /2019
	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	LUGAR:	RÍO CHONTA-OTUZCO
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA		
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO		

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_02 - S03	12:32

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_02 - S03	12:35



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA: 06 / 06 /2019
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	
	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA	LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZCO
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO	

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICOS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_03- S03	12:42

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_03- S03	12:45



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RÍO CHONTA – TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

RECOJO DE MUESTRAS

TIPO DE FILTRO:	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE MACROFITAS FLOTANTES	FECHA: 06 / 06 /2019
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ALGAS	
	<input type="checkbox"/>	FILTRO DE ARCILLA Y PIEDRA CALIZA	LUGAR: RÍO CHONTA-OTUZCO
	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE CARBÓN ACTIVO	

MUESTRAS FÍSICOQUÍMICOS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_04- S03	12:48

MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS		
ITEM	ID MUESTRA	HORA DE MUESTREO
01	F_04- S03	12:52



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASESOR
NOMBRE: HOYOS YACUPAICO, YOVER EDINSON	NOMBRE: SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	NOMBRE: ING. ALVA SARMIENTO ANITA ELIZABET

ANEXO N° 04 RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO

4.1. RESULTADOS SEMANA 01



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**



INFORME DE ENSAYO N° IE 0519326

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **YOVER HOYOS YACUPAICO - JHONY SAUCEDO SANTA CRUZ**
 Dirección **-**
 Persona de contacto **DNI: 76398073 / 70861398** Correo electrónico **hovos edin@hotmail.com / jhonfrak 96@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **23.05.19** Hora de Muestreo **16:10 a 16:26**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestras **05 Muestras** N° Frascos x muestra **02**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario**
 Procedencia de la Muestra: **RÍO CHONTA TRAMO OTUZCO - CAJAMARCA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 457** Cadena de Custodia **CC - 326 - 19**
 Fecha y Hora de Recepción **23.05.19 17:30** Inicio de Ensayo **23.05.19 17:50**
 Reporte *Final de* Resultados **31.05.19 16:00**

por:
 Ing. Edder Miguel Neyra Jaico
 Responsable de Oficina
 CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 31 de Mayo de 2019.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**

INFORME DE ENSAYO N° IE 0519326

ENSAYOS			FÍSICOQUÍMICOS					
Código Cliente	Muestra base (Río)		F_01-S01	F_02-S01	F_03-S01	F_04-S01	-	
Código Laboratorio	0519326-01		0519326-02	0519326-03	0519326-04	0519326-05	-	
Matriz	NATURAL		NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	
Descripción	Superficial		Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	
Localización de la Muestra	Río Chonta - Otuzco Cajamarca		Río Chonta - Otuzco Cajamarca	-				
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	4.12	2.73	2.71	1.48	0.72	-
° pH a 25°C	pH	NA	8.49	8.43	8.34	8.38	8.29	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	16 x 10 ³	54 x 10 ²	92 x 10 ²	16 x 10 ²	35 x 10 ²	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	35 x 10 ²	220	920	350	120	-

Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+. B. 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd. Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
- (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este Informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019

Cajamarca, 31 de Mayo de 2019.



4.2. RESULTADOS SEMANA 02



INFORME DE ENSAYO N° IE 0519349

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **YOVER HOYOS YACUPAICO - JHONY SAUCEDO SANTA CRUZ**
 Dirección **-**
 Persona de contacto **DNI: 76398073 / 70861398** Correo electrónico **hoyos_edin@hotmail.com / jhonfrak_96@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **30.05.19** Hora de Muestreo **16:10 a 17:00**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestras **05 Muestras** N° Frascos x muestra **02**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario**
 Procedencia de la Muestra: **RÍO CHONTA TRAMO OTUZCO - CAJAMARCA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 457** Cadena de Custodia **CC - 349 - 19**
 Fecha y Hora de Recepción **30.05.19 17:45** Inicio de Ensayo **31.05.19 18:10**
 Reporte **Final de Resultados** **07.06.19 10:00**

Jar. Edder Miguel Neyra Jaico
 Ing. Edder Miguel Neyra Jaico
 Responsable de Oficina
 CIP: 147028

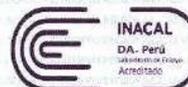
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 07 de Junio de 2019.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0519349

ENSAYOS			FÍSICOQUÍMICOS					
Código Cliente	F_01-S02		F_02-S02	F_03-S02	F_04-S02	Muestra base (Río)	-	
Código Laboratorio	0519349-01		0519349-02	0519349-03	0519349-04	0519349-05	-	
Matriz	NATURAL		NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	
Descripción	Superficial		Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	
Localización de la Muestra	Río Chonta - Otuzco Cajamarca		Río Chonta - Otuzco Cajamarca	-				
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	1.62	6.21	2.84	0.56	3.36	-
° pH a 25°C	pH	NA	8.48	8.42	8.53	8.25	8.48	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	92 x 10 ²	54 x 10 ²	35 x 10 ²	35 x 10 ²	17 x 10 ³	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	22 x 10 ²	17 x 10 ²	16 x 10 ²	11 x 10 ²	70 x 10 ²	-

Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130 B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C. 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
- (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev.N°06 Fecha : 02/01/2019



Cajamarca, 07 de Junio de 2019.

4.3. RESULTADOS SEMANA 03



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0619363

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **YOVER HOYOS YACUPAICO - JHONY SAUCEDO SANTA CRUZ**
Dirección -
Persona de contacto **DNI: 76398073 / 70861398** Correo electrónico **hoyos_edin@hotmail.com / jhonfrak_96@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **06.06.19** Hora de Muestreo **12:20 a 13:00**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestras **05 Muestras** N° Frascos x muestra **02**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario**
Procedencia de la Muestra: **RÍO CHONTA - OTUZCO - CAJAMARCA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 457** Cadena de Custodia **CC - 363 - 19**
Fecha y Hora de Recepción **06.06.19 14:42** Inicio de Ensayo **06.06.19 15:10**
Reporte **Final de Resultados** **14.06.19 09:30**


Ing. Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Oficina
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 14 de Junio de 2019.

1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0619363

ENSAYOS			FÍSICOQUÍMICOS					
Código Cliente	F_04-S03		F_03-S03	F_02-S03	F_01-S03	FB_S03	-	
Código Laboratorio	0619363-01		0619363-02	0619363-03	0619363-04	0619363-05	-	
Matriz	NATURAL		NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	
Descripción	Superficial		Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	
Localización de la Muestra	Río Chonta - Otuzco		Río Chonta - Otuzco	-				
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	0.23	1.15	2.02	0.97	1.18	-
° pH a 25°C	pH	NA	8.20	8.28	8.25	8.37	8.44	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	11	920	1600	920	3500	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	2	79	140	110	280	-

Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. — NA: No aplica

(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019

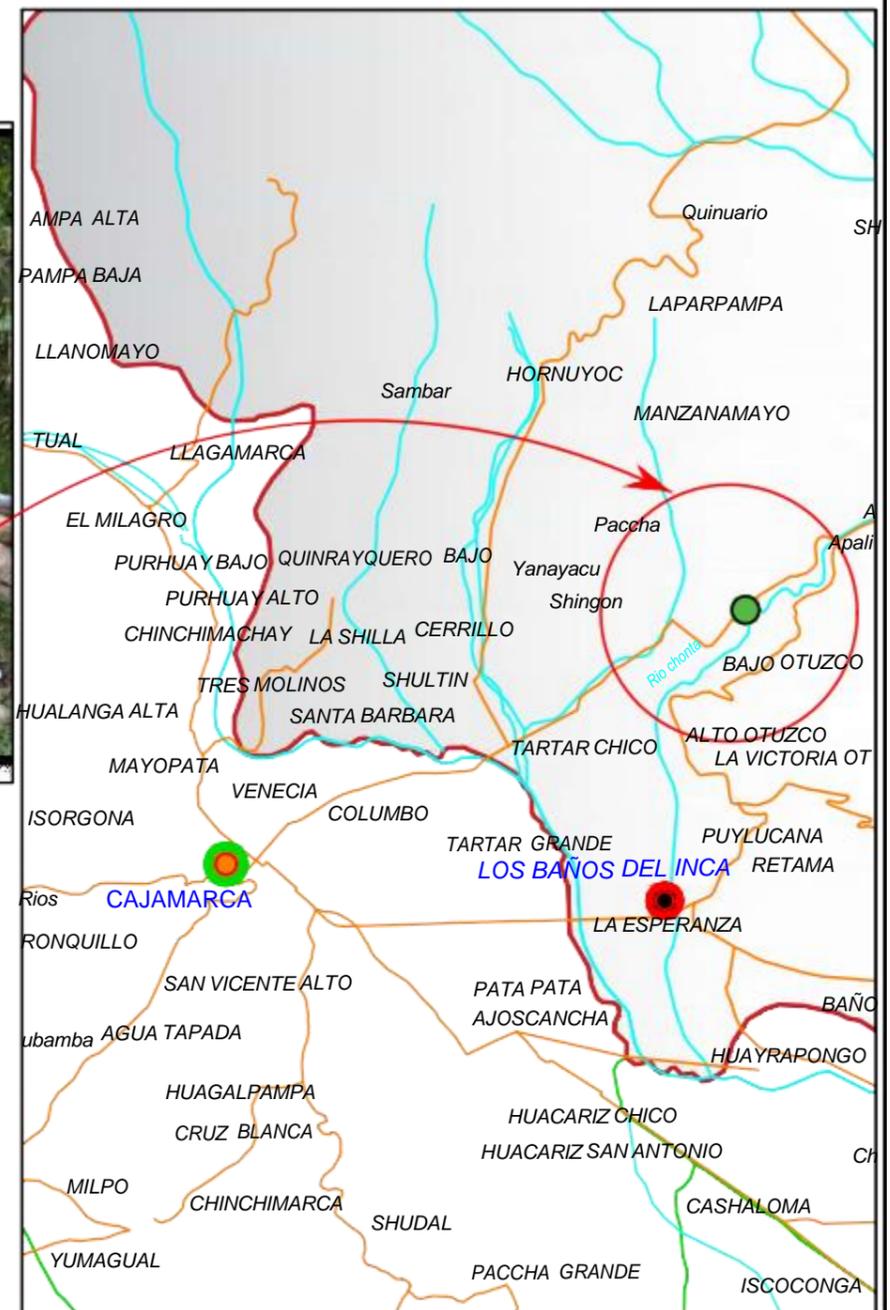


Cajamarca, 14 de Junio de 2019.

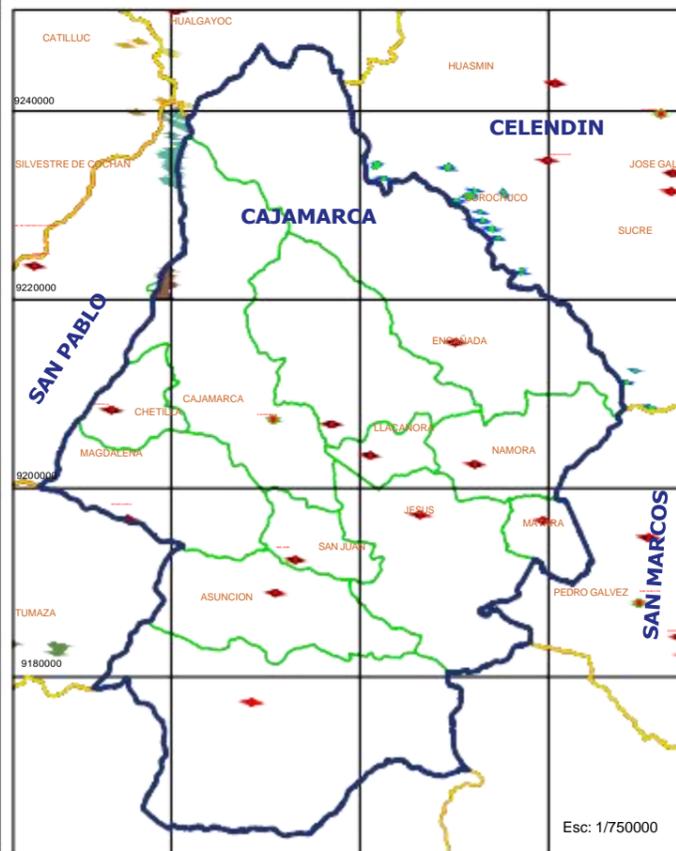
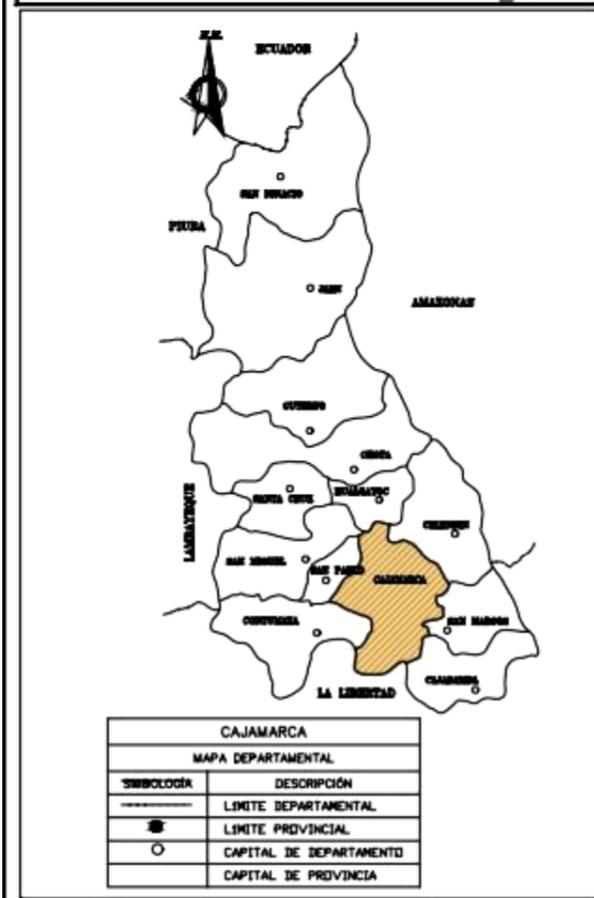
ANEXO N° 05 PLANO DE UBICACIÓN



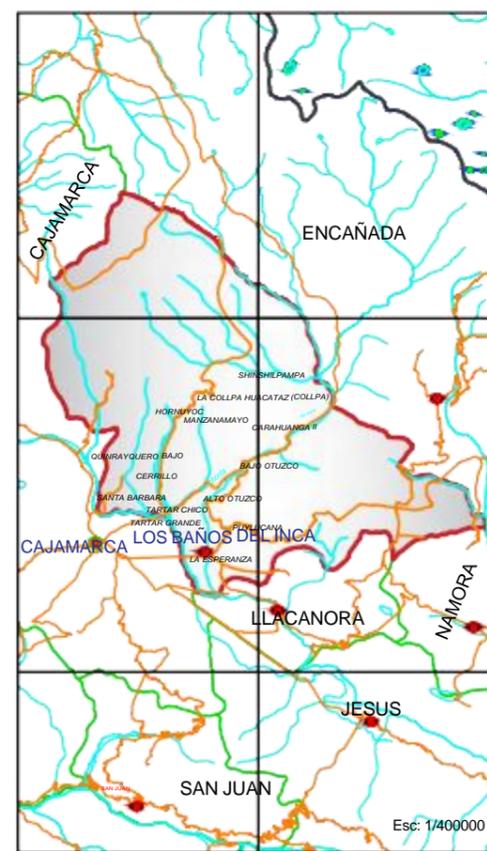
ESQUEMA DE FILTROS MIXTOS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES
 COORDENADAS: E= 781131.29; N=9211505.36; COTA= 2716 msnm



LOCALIDAD DEL C.P. OTUZCO
 Esc: 1/100000



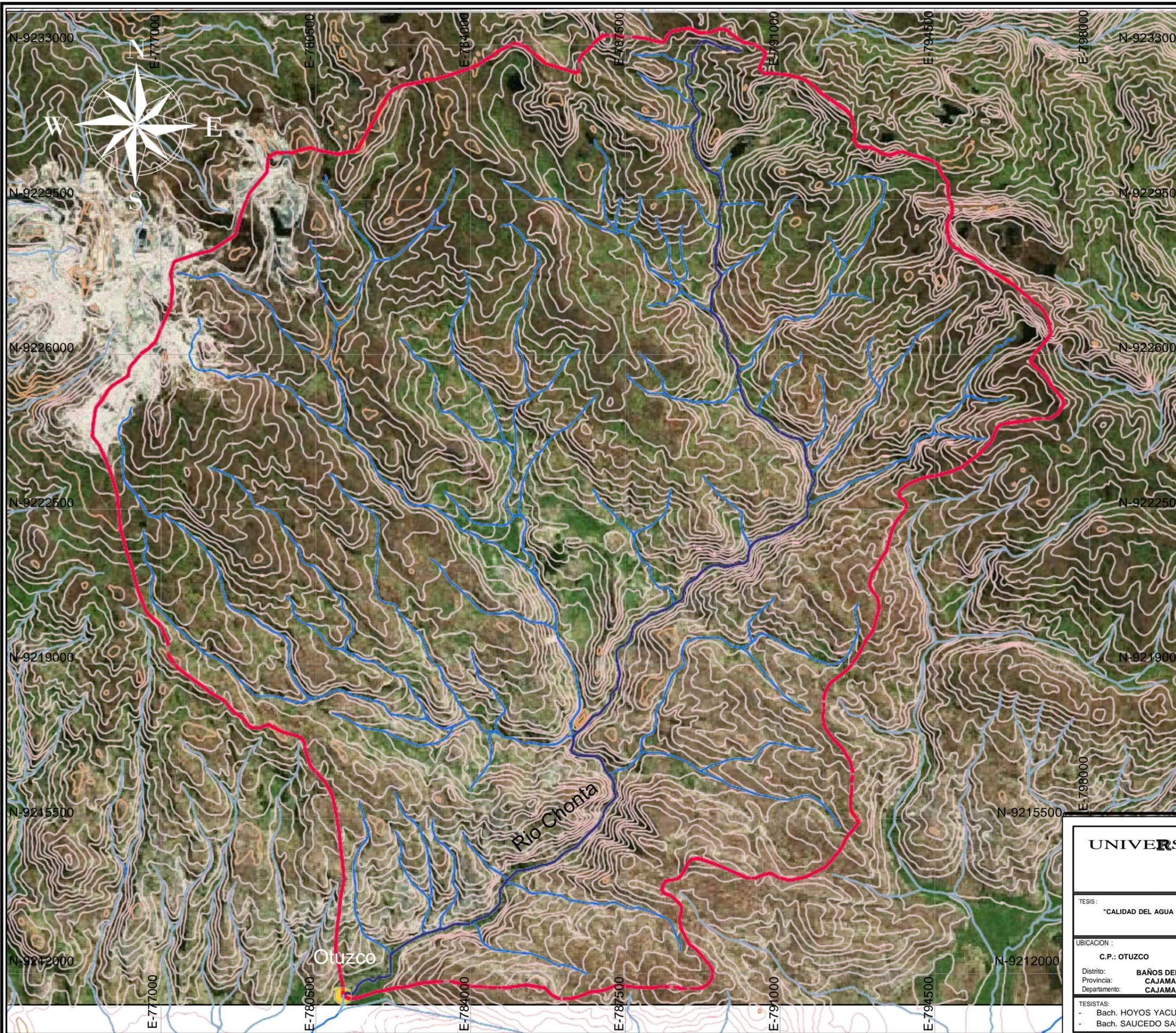
MAPA DISTRITAL DE CAJAMARCA
 Esc: 1/750000



MAPA DE LOS BAÑOS DEL INCA
 Esc: 1/400000

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RIO CHONTA - TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"			
UBICACION: C.P.: OTUZCO	PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION	LÁMINA: PU	
Distrito: BAÑOS DEL INCA Provincia: CAJAMARCA Departamento: CAJAMARCA	Autor: ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO		ESCALA: INDICADA
TESISISTAS: - Bach. HOYOS YACUPAIPO, YOVER EDINSON - Bach. SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	FECHA: DICIEMBRE, 2020		

ANEXO N° 06 DELIMITACIÓN DE LA CUENCA



COORDENADAS PUNTO EMISOR	
ESTE	781118.07
NORTE	9211495.31

PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA RIO CHONTA	
PARÁMETROS BASICOS	RESULTADOS
Área de drenaje	310.3257 Km ²
Perímetro	78.9925 Km
Longitud de la cuenca	32.0106 Km
Orden de red hídrica	1

LEYENDA	
Delimitación de cuenca	
Longitud de cuenca	
Ríos de cuenca	
Ríos fuera de cuenca	
Curvas de nivel	
Punto de Control (Otuzco - Caída de agua)	

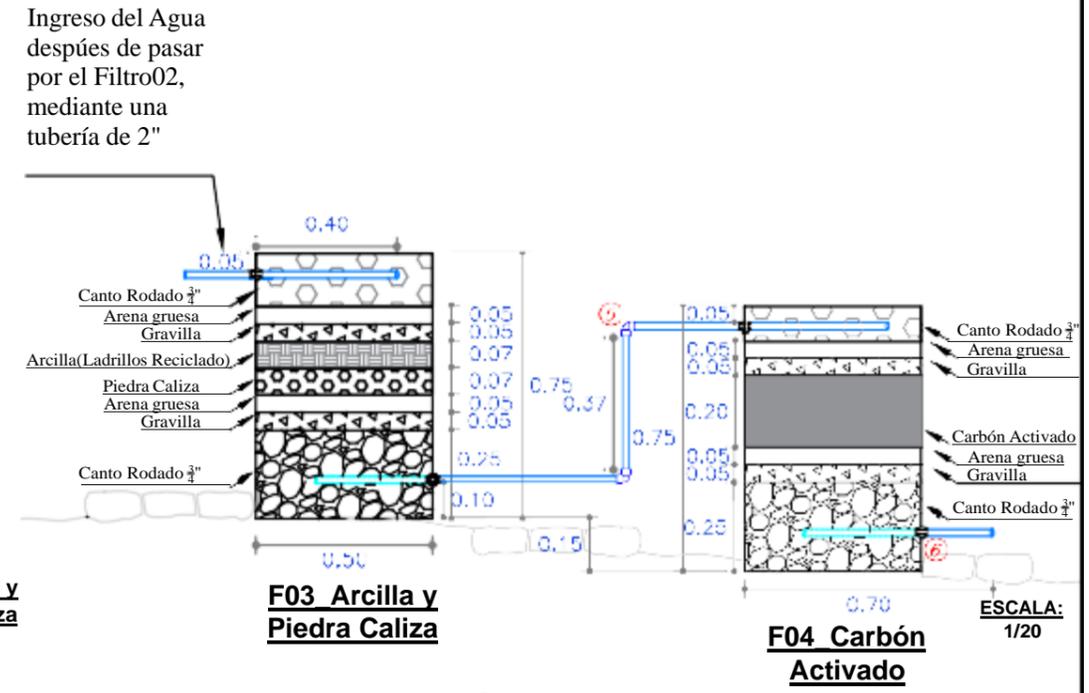
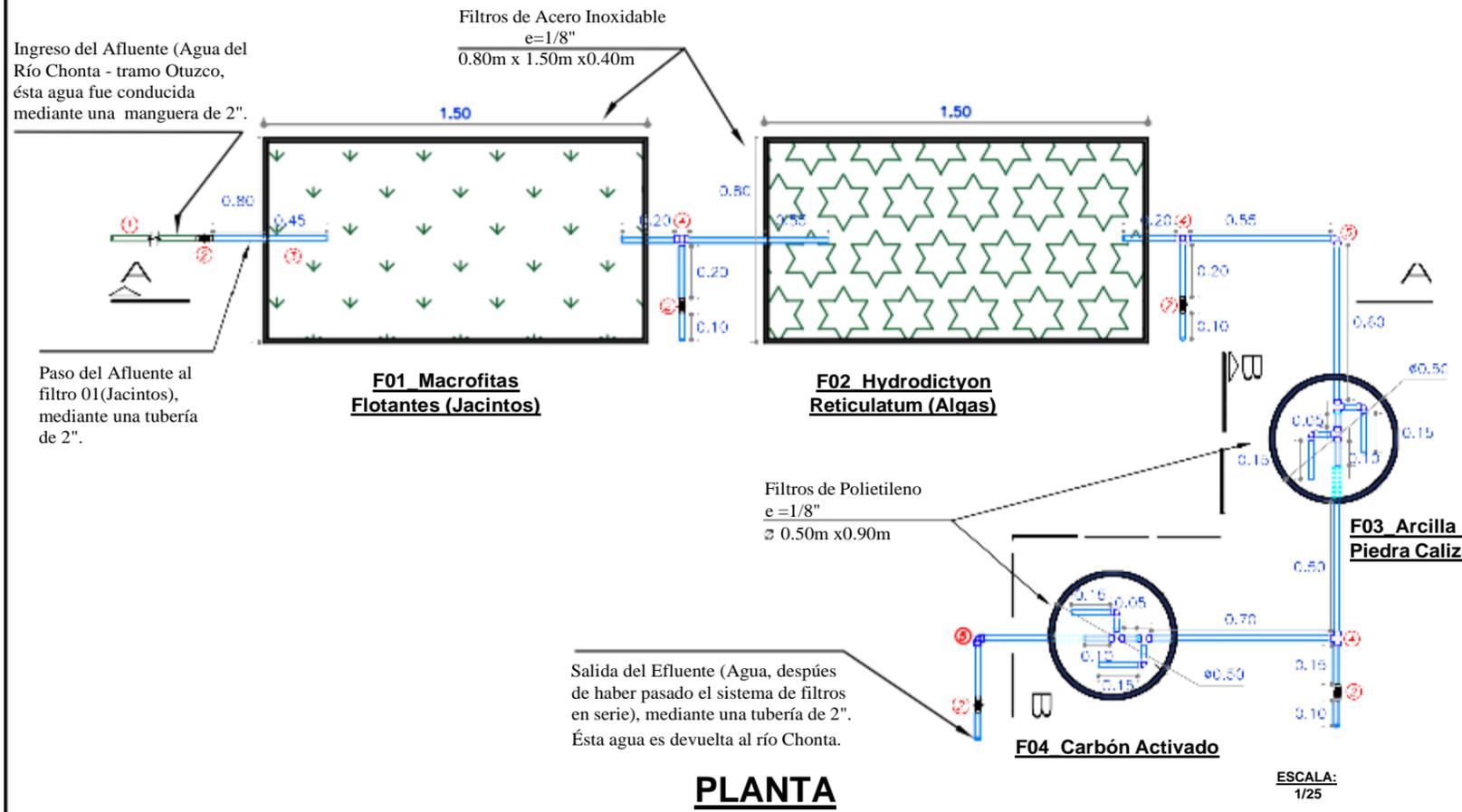
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES EN EL RIO CHONTA - TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

UBICACION: C.P.: OTUZCO	PLANO: DELIMITACIÓN DE CUENCA	LÁMINA: DL
Distrito: BAÑOS DEL INCA Provincia: CAJAMARCA Departamento: CAJAMARCA	ASESOR: ING. ANIATA ELIZABET ALVA SARMIENTO	
TESISTAS: - Bach. HOYOS YACUPAIPO, YOVER EDINSON - Bach. SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK	ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE, 2020

ANEXO N° 07 PLANO DEL SISTEMA DE FILTROS

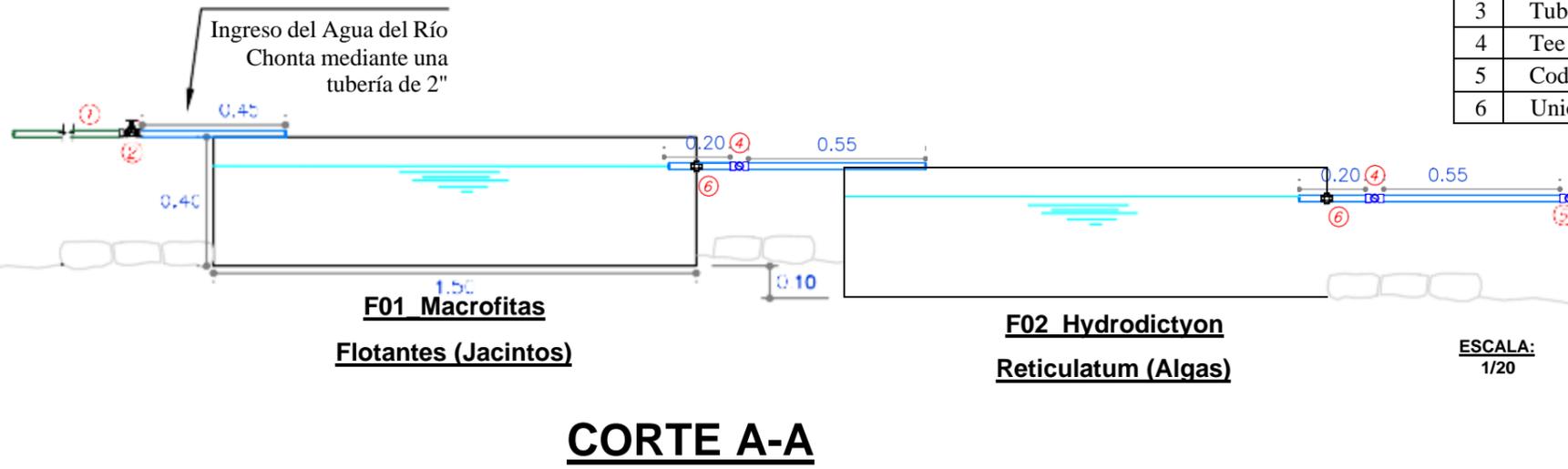
SISTEMA DE FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES



CUADRO DE ACCESORIOS

N°	ACCESORIO	CANT.	DIAM.
SALIDA			
1	Manguera 100m	01	2"
2	Válvula Compuerta	07	2"
3	Tubería PVC - Clase 7.5	02	2"
4	Tee PVC	07	2"
5	Codo 45° PVC	10	2"
6	Unión Universal	06	2"

TUBERIA Y ACCESORIOS
 Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ISO 4422 para ruidos o presión.
RECUBRIMIENTO
 r=4cm
CARPINTERIA METALICA
 Filtros de acero inoxidable, e mín = 1/8", cubierto con pintura esmalte.



UBICACION
 El ingreso del Afluyente (Agua perteneciente al río Chonta - tramo Otuzco, la captación del agua, se hizo justo antes de la caída de agua existente en dicho río; la línea de conducción hasta el sistema de filtros en serie de diferentes materiales se realizó mediante una manguera de 2", la cual tuvo una distancia aproximada de 50 metros.
 La ubicación del sistema se ubica parte lateral izquierda aguas abajo del río.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

TESIS:
 "CALIDAD DEL AGUA UTILIZANDO FILTROS EN SERIE DE DIFERENTES MATERIALES, EN EL RIO CHONTA - TRAMO OTUZCO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2019"

UBICACION:
 C.P.: OTUZCO
 Distrito: BAÑOS DEL INCA
 Provincia: CAJAMARCA
 Departamento: CAJAMARCA

PLANO: SISTEMA DE FILTROS DE DIFERENTES MATERIALES

ASESORA:
 ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO

LÁMINA:
F

TESISTAS:
 - Bach. HOYOS YACUPAIPO, YOVER EDINSON
 - Bach. SAUCEDO SANTA CRUZ, JHONY FRANK

ESCALA:
 INDICADA

FECHA:
 DICIEMBRE, 2020

RECOMENDACIONES
 La instalación de los filtros deben tener desnivel cada filtro siguiente; ya que, el sistema de filtros en serie de diferentes materiales funciona por gravedad.
 Los orificios de entrada y salida del agua en cada cada filtro, deben estar bien adheridos y pegados entre los tubos y filtros, para no tener una fuga de agua.
 Se debe contar con un buen repartimiento de agua en cada entrada de los filtros de polietileno, para ello se realizó un elemento tipo arca en forma de arca a base de trozos de tubo y accesorios pvc (codo 45° y tee, para el buen funcionamiento del filtro; puesto que, el agua debe de mojar cada rincón del filtro para su mejor eficiencia.