



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“APLICACIÓN DE UN BIOFILTRO MEDIANTE ALMEJAS DE AGUA DULCE PARA LA REDUCCIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EL CANAL DE REGADÍO DE LAS SALINAS – CHANCAY”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autora:

Daniela Milagros Villagomez Chacchi

Asesor:

Mg. Ing. Margeo Javier Chumán López

Lima - Perú

2021

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller **Daniela Milagros Villagomez Chacchi**, para aspirar al título profesional con la tesis denominada:

**“APLICACIÓN DE UN BIOFILTRO MEDIANTE ALMEJAS DE AGUA DULCE EN EL
CANAL DE REGADÍO DE LAS SALINAS – CHANCAY”**

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado ante todo a Dios por darme la capacidad y sabiduría para realizar esta investigación. A mis padres Iris Chacchi Meneses, Tomás Villagómez Sulca y a mi hermano Christian Villagómez Chacchi que son lo mejor que me pudo haber dado la vida, brindándome los mejores consejos, guiándome y apoyándome para que todo salga bien elaborado.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primero a Dios, ya que con la bendición y su amor todo hubiera sido un total fracaso; también para mis asesores, Blga. Vanessa Sánchez Ortiz, Ing. Carlos Augusto Luy Montejo e Ing. Denis Gabriel Hurtado, ya que gracias a sus aportes en la corrección de este proyecto y la aplicación de sus conocimientos me pudieron ayudar a concluir con éxito este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.1.1. Antecedentes	15
1.1.2. Definiciones conceptuales	19
1.2. Formulación del Problema	29
1.2.1. <i>Problema General</i>	29
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i>	29
1.3. Objetivos.....	30
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	30
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	30
1.4. Hipótesis	30
1.4.1. <i>Hipótesis General</i>	31
1.4.2. <i>Hipótesis Específicas</i>	31
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	32
2.1. Tipo de Investigación	32
2.2. Población y muestra.....	33
2.2.1. <i>Población</i>	33
2.2.2. <i>Muestra</i>	33
2.3. Materiales, instrumentos y métodos	34
2.3.1. <i>Materiales</i>	34
2.3.2. <i>Instrumentos</i>	35

2.3.3. Métodos	38
2.4. Procedimiento	43
2.4.1. Ubicación de estudio y puntos de muestreo.....	43
2.4.2. Determinación del caudal del agua en el canal de Las Salinas.....	43
2.4.3. Caracterización del agua del canal de las Salinas.....	44
2.4.4. Diseño y construcción del biofiltro.....	46
2.4.5. Tratamiento de remoción de coliformes termotolerantes con el biofiltro.....	49
2.4.6. Análisis del parámetro microbiológico del agua del canal de las Salinas después del tratamiento con el biofiltro.....	50
2.5. Aspectos Éticos	51
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	52
3.1. Caracterización de las aguas del canal de las Salinas	52
3.2. Resultados Generales después de la aplicación del tratamiento.....	53
3.2.1. Resultados de tratamientos con los factores principales	54
3.3. Determinación del porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes	58
3.4. Resultados del parámetro Coliformes Termotolerantes	60
3.4.1. Análisis estadístico de Coliformes Termotolerantes - ANOVA.....	61
3.4.2. Análisis estadístico de los resultados: Gráfica de efectos principales.....	65
3.4.3. Análisis estadístico de los resultados: Gráfica de interacciones	66
3.5. Análisis comparativo pre y post tratamiento con la normativa vigente	68
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	70
4.1. Discusión.....	70
4.2. Conclusiones	72
4.3. Recomendaciones	73
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de las Almejas de Agua dulce.....	26
Tabla 2. Técnica e instrumentos de recolección de datos	37
Tabla 3. Variables de estudio.....	38
Tabla 4. Factores de operación y Niveles de estudio.....	39
Tabla 5. Matriz de Experimentación.....	40
Tabla 6. Caracterización Inicial del canal de regadío de Las Salinas	52
Tabla 7. Análisis del Parámetro Coliforme Termotolerante después del Tratamiento	53
Tabla 8. Resultado de Coliformes Termotolerantes en el biofiltro con un tiempo de residencia de 6 y 12 horas.....	55
Tabla 9. Resultado de Coliformes Termotolerantes en el biofiltro con un número de 15 y 30 almejas de agua dulce	57
Tabla 10. Porcentaje de Reducción de Coliformes Termotolerantes (%).....	59
Tabla 11. Resumen de Resultados	85
Tabla 12. Prueba de comparación por parejas de Tukey	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Especie Anodontites trapezialis.....	27
Figura 2. Esquema del sistema de biofiltro.....	47
Figura 3. Variación de la reducción de Coliformes Termotolerantes con el tiempo de residencia	56
Figura 4. Variación de la reducción de Coliformes Termotolerantes con la cantidad de almejas de agua dulce	50
Figura 5. Porcentaje de Reducción de Coliformes Termotolerantes (%)	51
Figura 6. Normalidad de datos – Coliformes Termotolerantes	56
Figura 7. Prueba de igualdad de Varianzas (Prueba de Bartlett)	58
Figura 8. Prueba de análisis de Varianzas - Coliformes Termotolerantes.....	60
Figura 9. Resumen del Diseño factorial de múltiples niveles.....	61
Figura 10. Gráfica de residuos para Coliformes Termotolerantes.....	63
Figura 11. Gráfico de diferencias de las medias para coliformes termotolerantes de los tratamientos.....	64
Figura 12. Gráfica de efectos principales para Coliformes Termotolerantes	65
Figura 13. Gráfica de interacción para coliformes termotolerantes.....	66
Figura 14. Comparación del efluente pre/post tratamiento para el parámetro coliformes termotolerantes.....	68

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Consistencia.....	80
ANEXO 2. Plano de ubicación y Puntos de muestreo.....	84
ANEXO 3. Resumen de Resultados	85
ANEXO 4. Procedimiento de la Técnica de Filtro por membrana para Coliformes Termotolerantes (Fecal)	87
ANEXO 5. Prueba de Normalidad.....	89
ANEXO 6. Prueba de Igualdad de Varianzas	90
ANEXO 7. Prueba de Tukey de comparaciones en parejas.....	91
ANEXO 8. Ficha de Puntos de Identificación	93
ANEXO 9. Instrumentos de validación	94
ANEXO 10. Informes de Ensayo.....	96
ANEXO 10. Cadenas de Custodia	112
ANEXO 11. Ficha Técnica del Equipo.....	120
ANEXO 12. Diagrama de Flujo de Caracterización.....	120
ANEXO 13. Diagrama de Flujo de Tratamiento del Biofiltro.....	121

RESUMEN

Las aguas de los canales de regadío del distrito de Chancay vienen siendo contaminadas por la baja cobertura de saneamiento; como consecuencia del vertimiento de aguas residuales industriales sin tratar provenientes de lavado de jvas de pollos, vertimiento de aguas domésticas y municipales; ello genera problemas de calidad asociados a la contaminación microbiológica y orgánica de sus aguas. Estas aguas que se vierten, poseen mayor concentración de coliformes termotolerantes que exceden los estándares establecido para la calidad de agua de riego. Por ello, para su tratamiento, las almejas cuentan con una capacidad de filtrar litros de agua por hora; por medio de su alimentación, disminuyen los coliformes termotolerantes mediante la digestión, aportándoles energía y consiguiendo los nutrientes de partículas en suspensión. En ese sentido, el objetivo de este proyecto fue evaluar el porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes mediante la aplicación de un biofiltro con almejas de agua dulce. El tratamiento consistió en la aplicación de 180 almejas de la especie "*Anodontites Trapecialis*" de un criadero piscícola de tilapias en la localidad de Shucshuyacu, los cuales fueron distribuidos de 15 a 30 para los diferentes tratamientos; estos fueron depositados en un prototipo de filtración durante un periodo de 6 a 12 horas, con un caudal de 100 a 150 l/s. Para la determinación de la concentración de coliformes termotolerantes se aplicó el método de filtración por membrana. Es así que, usando 30 almejas de agua dulce en un periodo de 12 horas demostraron una mayor efectividad de reducción en la concentración de los coliformes termotolerantes, logrando una reducción de 1203.33 NMP/100 ml a diferencia de los otros tratamientos aplicados.

Palabras clave: Canal de Regadío, Almejas de agua Dulce, Reducción, Coliformes termotolerante.

ABSTRACT

The waters of the irrigation canals of the Chancay district are being polluted due to the low sanitation coverage; as a result of the discharge of untreated industrial wastewater from washing chicken cage, domestic and municipal water discharge; this generates quality problems associated with microbiological and organic contamination of its waters. These discharged waters have a higher concentration of thermotolerant coliforms that exceed the standards established for irrigation water quality. For this reason, clams have the capacity to filter liters of water per hour; through their diet, they reduce thermotolerant coliforms through digestion, providing them with energy and obtaining nutrients from suspended particles. The objective of this project was to evaluate the percentage reduction of thermotolerant coliforms through the application of a biofilter with freshwater clams. For the installation of the biofilter, the custom-made steel mesh of the metal gate was placed, which will be located in the slit of the same channel. Then, the reducer of noble material was added, adhered to the metal slit, making the connection with the PVC pipe using special glue. Then, the clam filter was placed inside the irrigation channel by gluing the PVC pipes with outlet to the same channel after placing a ball valve. The treatment consisted of the application of 180 clams of the "Anodontites Trapecialis" species from a tilapia fish farm in the locality of Shucshuyacu, which were distributed from 15 to 30 for the different treatments; these were deposited in a prototype filter for a period of 6 to 12 hours, with a controlled flow of 100 to 150 l/s with a ball valve. The membrane filtration method was used to determine the concentration of thermotolerant coliforms. Thus, using 30 freshwater clams in a period of 12 hours showed a greater effectiveness in reducing the concentration of thermotolerant coliforms, achieving a reduction of 1203.33 NMP/100 ml as opposed to the other treatments applied. Therefore, for future water treatment works for the reduction of microorganisms, the possibility of pretreatment should be

evaluated in order to retain the greater amount of contaminating particles concentrated in the water to be treated and to prevent the clams from becoming saturated in their process of reduction of thermotolerant coliforms.

Keywords: Irrigation Canal, Freshwater clams, Reduction, Thermotolerant coliforms.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad, uno de los grandes problemas socio ambientales es la contaminación de fuentes naturales de agua por lo que se afirma “en todo el mundo, el empleo del agua y su gestión han sido un factor esencial para elevar la productividad de la agricultura y asegurar una producción previsible” (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2002, párr.1).

Una de las actividades productivas más importantes en el Perú es la agricultura. Según el Ministerio de Agricultura [MINAGRI], s. f.:

El Perú tiene una larga tradición en el riego que es la base de la actividad agraria y que fue sustento de la sociedad andina. Los antiguos pobladores de la costa realizaron grandes obras de ingeniería para aprovechar los escasos recursos hídricos disponibles. (párr.3)

El recurso hídrico es vital para los seres vivos, por lo que menciona que “La Cuenca Chancay - Huaral es la principal fuente de agua para consumo poblacional de la provincia de Huaral, además permite satisfacer la demanda de agua para los sectores de agricultura, energético y minero en la provincia” (Autoridad Nacional de Agua [ANA], 2013, p. 19).

La provincia de Huaral se abastece de la Cuenca Chancay – Huaral para sus actividades productivas. Según ANA (2013):

En la zona baja de la cuenca, donde se encuentran los distritos más poblados (Huaral, Chancay y Aucallama) hay una tasa de crecimiento en ascenso; por lo que incrementa los severos problemas existentes de baja cobertura de saneamiento y los problemas

de calidad asociados a la contaminación microbiológica y orgánica de sus aguas. (p. 34)

Los canales de regadío provenientes de la cuenca vienen siendo afectados, debido a la exposición directa a la comunidad; esta contaminación antropogénica. Según Aquino (2017), se debe a “un manejo inadecuado de agroquímicos, minería informal, pasivos ambientales, vertimiento de aguas residuales no tratadas y el manejo inadecuado de residuos sólidos” (p. 32).

En el distrito de Chancay, las fuentes contaminantes de los canales de regadío “son el vertimiento de aguas residuales industriales sin tratar provenientes de lavado de jvas de pollos, vertimiento de aguas domésticas y municipales” (ANA, 2014, p. 10).

Los canales de regadío facilitan el uso sostenible del agua por parte de los agricultores, por lo que la disminución de la presencia de bacterias coliformes presentes en el agua podría indicar el libre uso en el riego sin afectación en la salud de las personas en su manipulación, pero la calidad de sus aguas evidencia lo contrario en lo reportes de monitoreos participativos realizados a la Cuenca Chancay – Huaral el cual pertenece a la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales (ANA, 2014). Además “los valores que se obtuvieron para coliformes termotolerantes fueron 750 NMP/100ml lo cual no excede lo establecido” (p. 21).

Posteriormente se hizo otro monitoreo, mencionando que “una de las dificultades de la zona es la falta de tratamiento de las aguas domésticas, obteniéndose que la concentración de coliformes termotolerantes en la parte media y baja de la cuenca exceden los establecido” (ANA, 2019, párr. 3).

Conforme a lo mencionado, para el desarrollo del proyecto y la viabilidad, se pretende se aplicar un sistema de tratamiento que sea de fácil operación y mantenimiento, también se busca que el proyecto sirva como referencia para la posterior gestión de las aguas residuales domésticas en los canales de regadío con características similares y el aprovechamiento de los efluentes tratados para los cultivos de los agricultores existentes en la zona. A través de la información presentada se resalta que la metodología de un biofiltro generará interés en los pobladores que se dedican a las actividades productivas incentivándolos a que reflexionen en mejorar la preservación del recurso hídrico, mediante saneamiento urbano y de su efectivo control.

1.1.1. Antecedentes

Las almejas de agua dulce tienen una gran capacidad de acumular cantidades de elementos presentes en el agua; en ese sentido, Bianchi V. A., Castro J. M., Rocchetta I., Bieczynski F. y Luquet C. M. (2014), en su artículo titulado *Health status and bioremediation capacity of wild freshwater mussels (Diplon Chilensis) exposed to sewage wáter pollution in a glacial Patagonian Lake*, indicaron el potencial encontrado en *Diplon Chilensis*, una especie de almejas de agua dulce, para la remediación de la contaminación bacteriana de aguas residuales, reduciendo la carga bacteriana y sedimentos contaminados, mejorando su calidad con un rendimiento de alimentación similar. Donde tomaron muestras en agua y analizaron por duplicado, colocando en 5 litros de agua y se dejó actuar a los mejillones durante 36 horas, sin cambios de agua. Teniendo como resultado la reducción de los coliformes fecales, por lo que los mejillones conservan su capacidad de alimentarse de bacterias, tanto

del agua como de los sedimentos, ampliando las posibilidades de aplicación de los mejillones de agua dulce para las estrategias de biorremediación.

Entre otras especies utilizadas para estos estudios, se encuentra el de Mallama J. y Guzmán A. (2011), en su artículo científico titulado *Evaluación de la tasa de aclaración de la almeja dulceacuícola Anodontites tortolis en un medio con coliformes Escherichia Coli*, donde demostraron la disminución de la carga de coliformes fecales (*Escherichia Coli*), utilizando la filtración por membrana por 8 horas en su Tratamiento 1 con 6 individuos, Tratamiento 2 con 8 individuos y el tratamiento 3 que fue de control (sin almejas); estos tratamientos fueron hechos en laboratorio con acuarios de 30 litros y con 30 ml de cultivo puro de *E. Coli*. En los tratamientos 1 y 2 la remoción de bacterias varió entre 45% y 66% durante las 2 horas iniciales respectivamente. Cuyo resultado final fue la eficiencia del tratamiento 2, obteniendo 700 UFC/100ml aproximadamente, calculando un porcentaje de remoción del 68% de las bacterias en el agua en un periodo de 8 horas.

Del mismo modo, las almejas de agua dulce son excelentes para tratamiento biológicos como lo menciona Ramos R., Vinatea L. y Costa R. (2008), en su artículo científico titulado *Tratamiento de efluentes del cultivo de Litopenaeusvannamei por sedimentación y filtración por la ostra Crassostrearhizophorae*, evaluaron las eficiencias de remoción del material particulado y nutrientes disueltos desde efluentes de cultivo de *Litopenaeusvannamei*, especie de camarón, utilizando un sistema combinado de dos fases, sedimentación y filtración por la ostra *Crassostrearhizophorae*, especie de almejas de agua dulce, empleando tres tiempos de retención hidráulica (TRH) del efluente; 6, 12 y 24 horas. Calculadas las

eficiencias de remoción con las dos fases integradas: sedimentación y filtración, en el tiempo de 6 horas. En relación al efluente bruto tratado, el desempeño mejoró significativamente alcanzando valores de 69,3% para la turbidez, 69,0% para los sólidos disueltos totales, 41,3% para los sólidos volátiles totales y 100% para la clorofila.

Cabe precisar que, las almejas de agua dulce tienen la capacidad de disminuir los niveles de coliformes, según lo descrito por Lara G. Contreras A. y Encina F. (2002), en su artículo titulado *La almeja de agua dulce Diplodon Chilensis (Bivalvia: Hyriidae) potencial biofiltro para disminuir los niveles de coliformes en pozos, experimento de laboratorio*; evaluaron la capacidad de las almejas de digerir la carga bacteriológica. En el método desarrollado determinaron que las almejas usando densidades de 15 y 25 ejemplares en 30 litros de agua fueron capaces de disminuir la turbidez del agua y el número más probable de coliformes en un período de 6 horas siendo además capaces de digerirlas. Además, que no provoca ningún efecto negativo en el agua de pozo y que la calidad del agua permite cumplir la norma del punto de vista sanitario.

Asimismo, Grandón M. A., Barros J. A. y González R. R. (2008), en su artículo científico titulado *Caracterización metabólica de Diplonchilensis (Gray, 1828) (Bivalvia:Hyriidae) expuesto a anoxia experimental*, indica que la especie posee una alta capacidad de filtración y gran tolerancia a ambientes hipóxicos, por lo que sugiere que la especie es capaz de enfrentar metabólicamente una condición ambiental con alta carga de materia orgánica y pobres en oxígeno.

De igual manera, por ser organismos filtradores no requieren de alimento preparado ya que lo obtienen del plancton, sedimentos y sustancias suspendidas en el agua según lo mencionado por Castro R. G. y Rodríguez P. J. (2003), en su artículo científico titulado *Estudio bioecológico de la almeja de agua dulce (Anodontites sp)*, señala que dada su capacidad de filtración, se considera que las almejas tienen la capacidad de renovar el agua de los estanques donde se cultiven, mejorando por consiguiente las condiciones para el crecimiento de otras especies. Además, tienen la capacidad de incorporar en sus tejidos blandos, cantidades importantes de elementos metálicos presentes en el medio sin que, en principio, su metabolismo se vea afectado (p. 16).

Del mismo modo, Parada E., Peredo S., Cádenas S., Valdebenito I. y Peredo M. (2008), en su artículo titulado *Diplon Chilensis Gray, 1828 (Bivalvia: Hyriidae) un potencial depurador de aguas residuales de piscicultura de Salmonidos de aguas continentales: Un estudio a escala de laboratorio*, indica la acción de los mejillones relacionadas al tiempo que permanecieron en el tratamiento redujeron significativamente varios parámetros fisicoquímicos. Por lo que, obtuvieron un mayor efecto en el tratamiento con 60 ejemplares, lo que explicaría la disponibilidad de alimentos que habrían obtenido debido a la filtración de componentes orgánicos presentes en las aguas residuales. Este espécimen implicaría como una solución biológica de bajo costo al problema de impacto ambiental en cuanto a la calidad del agua dulce.

Por otro lado, existen investigaciones nacionales donde se evidencia la efectividad del uso de las almejas de agua dulce como filtradores de agua, como menciona Soria

C. J. y Sánchez A. J. (2012), en su tesis titulada *Efecto Biofiltro de la Almeja de Agua Dulce (Anodontites Trapecialis) (Lamarck, 1819) para disminuir los niveles de Coliformes Termotolerantes en Estanques Piscícolas*, evaluó la capacidad del *Anodontites trapeciales* para digerir la carga bacteriológica del agua de los estanques y conocer el efecto de la densidad de siembra en la disminución de coliformes fecales en peceras; el método desarrollado consistió en trabajo de laboratorio de control ambiental de la DIGESA en la localidad de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, con lo que determinaron que la Almeja *Anodontites Trapecialis* es capaz de reducir el número de coliformes Termotolerantes hasta desaparecerlo del agua de los estanques usando densidades de 30, 45 o 60 por cada 30 litros de agua en un largo periodo de tiempo.

1.1.2. Definiciones conceptuales

1.1.2.1. Agua de riego

Es el agua que se aplica mediante diferentes sistemas de regadío para el correcto desarrollo de los cultivos. Su origen puede ser muy diverso ya que puede proceder de ríos, lagos o corrientes continuas de aguas naturales, de pozos, etc. Esta agua posee elementos que lo componen como lo menciona Fertibox (2019): Los principales son los cationes calcio, magnesio, sodio y potasio y los aniones carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos y boratos, de los cuales depende la calidad del agua de riego. (párr. 3)

1.1.2.2. Canal de regadío

Es un sistema de conducción que se encarga de llevar el agua desde una bocatoma hasta los canales secundarios o de distribución y finalmente hasta

las parcelas donde se encuentren los cultivos a regar de acuerdo a la dotación hídrica que se requiere; los materiales con los que pueden estar contruidos estos canales como menciona el Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego (2014), son los siguientes:

- Canal en tierra
- Canal en piedras labradas
- Concreto ciclópeo, cuando las paredes y el piso del canal son de concreto con piedras medianas de 8 a 10 cm de diámetro
- Concreto simple (cemento y hormigón); y geomembranas. (pág. 12)

1.1.2.3. Contaminación del agua

Se define como la presencia de sustancias u organismos extraños en un cuerpo de agua en tal cantidad y con tales características que le impiden su utilización con propósitos determinados; esto ocurren por carácter antropogénico y por la acción de la propia naturaleza (Arellano, 2009, como se citó en Salamanca, 2016, p.34). En tanto, Iagua (2019), indica que es la presencia de componentes químicos o de otra naturaleza en una densidad superior a la situación natural, de modo que no reúna las condiciones para el uso que se le hubiera destinado en su estado natural (párr.2).

El proyecto se enfocó en un contaminante en específico que es muy característico de las aguas para riego, como se menciona a continuación:

Carga Microbiana

“Es el número y tipo de microorganismos que contaminan un objeto, es decir la estimación cuantitativa del número de microorganismos viables en, o

sobre, un producto antes de la esterilización” (Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, 2012, como se citó en Contreras y Huarcaya, 2016, p. 26).

Microorganismos indicadores de contaminación fecal

Para los parámetros bacteriológicos, según Payeras (2010):

Para todo el mundo es conocido que el "gran enemigo" es la bacteria Escherichia Coli y el grupo de los coliformes en su conjunto. Generalmente se emplea un grupo de bacterias como indicadores de contaminación, esto es una práctica generalizada en todo el mundo, se supone que la no presencia de estas bacterias hace que el agua sea potable bacteriológicamente hablando. Estos son: Escherichia Coli, Estreptococos fecales y Clostridios (anaerobios y formadores de esporas)” (párr. 26).

- Coliformes Termotolerantes

Denominados coliformes fecales, presentaron un cambio de nombre debido a que se demostró que en el grupo de coliformes que se detectaban en siembras incubadas a temperaturas de 44,5 °C y en medios de cultivo específicos, sólo una parte del grupo eran bacterias de origen fecal. Son bacterias Gram negativas, aerobios o anaerobios facultativos, que fermentan la lactosa en forma de gas cuando en un medio de cultivo se incuban a 44 - 45 °C (Fernández, 2008, como se citó en Contreras y Huarcaya ,2016, p. 21).

- Escherichia coli

Es un organismo indicador de contaminación fecal. Se ha demostrado que esta bacteria siempre está presente en un número elevado en las heces de humanos y animales de sangre caliente y comprende casi 95% de los coliformes en las heces. *Escherichia coli* es un bacilo corto Gram negativo capaz de fermentar lactosa a una temperatura de 44°C y 44,5°C (Fernández, 2008, como se citó en Contreras y Huarcaya ,2016, p. 22).

1.1.2.4. Parámetros de análisis de agua de riego

Los valores que nos proporcionan los análisis de agua de riego nos dicen los posibles efectos que afectarán al desarrollo de los cultivos como lo indica Fertibox (2019), estos son los siguientes:

- pH: sirve para saber si el aporte de agua mejorará la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- Electro conductividad (EC): es una medida indirecta de la concentración de sales de una solución y es proporcional al contenido total de sales disueltas en el agua.
- Contenido en sales: es importante conocer el contenido en sales ya que éstas pueden reducir la disponibilidad de agua para el cultivo, provocando un estado de marchitamiento y produciendo pérdidas en los rendimientos.
- Nitratos, fosfatos, potasio, sulfatos, calcio, magnesio y microorganismos: nos aporta una idea sobre la fertilidad que aporta el

agua de riego suministrada antes de añadirle un fertilizante y de esta manera nos pueden ayudar a ahorrar en fertilizantes.

- Dureza del agua de riego en función de su contenido en calcio y magnesio.
- Micronutrientes y oligoelementos: Esenciales para determinar su presencia y ausencia ya que en ciertas circunstancias pueden provocar fitotoxicidad en las plantas como pueden ser cobre, aluminio o exceso de boro.

Para el proyecto se necesitó los valores de un análisis microbiológico, por lo que Cázares y Alcántara (2014), lo definió como a determinación de microorganismos indicadores de contaminación fecal permite poner en manifiesto que el agua, ha sido contaminada con material fecal y su posible transmisión de enfermedades causadas por organismos enteropatógenos (bacterias que viven y se desarrollan en la cavidad entérica – intestino grueso de animales de sangre caliente) (Pág. 4).

1.1.2.5. Tratamiento del agua

Es todo recurso que el hombre opta por aplicar para eliminar los residuos y mejorar la calidad en cuanto a olor, color, sabor y apariencia; como indica Salamanca (2014), los tipos de tratamiento que se pueden aplicar son los siguientes:

- Tratamiento Físicos: Son los que concentran los contaminantes al evaporar el agua o filtrar sólidos de tamaño considerable. Entre los más comunes: Filtración, adsorción, aireación, floculación, entre otros.

- Tratamientos Químicos: De este proceso resultan nuevas sustancias. Los más comunes son: Coagulación, desinfección, ablandamiento, entre otros.
- Tratamientos Biológicos: En este proceso se usan organismos vivos para provocar cambios químicos, dentro de ellos se encuentran: Digestión aerobia y anaerobia (pág. 35).

1.1.2.6. Filtro de agua

“Es un dispositivo que elimina las impurezas del agua al reducir la contaminación mediante una fina barrera física, un proceso químico o un proceso biológico” (Waterstataion, 2019, párr.6).

“El filtro de agua busca clarificar los elementos en suspensión; que actúe contra los sedimentos para suprimir lo no deseado y obstruir los materiales sólidos” (Eden Springs, s.f., párr. 7).

Tipos de filtros de agua

- Filtros de agua de luz ultravioleta, “se encargan de pasar paulatinamente a través de una lámpara de rayos UV, por lo que eliminan virus, bacterias y todo tipo de microorganismos” (AguaSalud, 2017, párr. 20).
- Filtros de Ósmosis Inversa, “utilizan una presión superior a la presión osmótica: los fluidos se presionan a través de la membrana y los sólidos disueltos quedan atrás” (Pajuelo A., 2016, párr.5), pero según Agua Salud (2017), nos dice que al “eliminar grandes cantidades de impurezas nocivas también eliminan lo vital como los oligoelementos o minerales que nuestro cuerpo necesita” (párr.11).

- Filtros de cerámicos, “permite potabilizar el agua superficial potabilizándola a través de un material poroso, para pequeñas cantidades de agua” (Pajuelo, 2016, párr. 9).
- Filtro de carbón activado, “absorbe contaminantes o estos se adhieren a las superficies de las partículas de carbono y pueden atrapar desde arena hasta cualquier tipo de suciedad, así como sustancias químicas orgánicas; además reduce el mal olor que tenga el agua” (Pajuelo, 2016, párr.7).
- Filtros de ozono, “son sistemas que dan tratamiento químico al agua; ya que, añadiendo ozono, las moléculas de oxígeno del agua se transforman de O₂ a O₃, las cuales oxidan el agua; por lo que frena la acción de virus y bacterias” (AguaSalud, 2017, párr.18).
-
- Filtro biológico, “son sistemas de filtrado natural, que consiste en el paso del agua por un manto poroso, de los que se encuentran formados por múltiples compuestos; esta agua que sigue el curso por el filtro, los sustratos que contiene entran en contacto por un medio filtrante donde son retenidos y serán asociados en procesos de degradación biológica y química” (René Quinton, 2018, párr.2)
- Biofiltro, es un sistema que imita a los humedales (pantanos) naturales, donde las aguas residuales se depuran por procesos naturales. Estos son diseñados para maximizar la remoción de los contaminantes que se encuentran en las aguas residuales. Su sistema es eficiente en la

remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos. Además, proporciona un efluente que puede ser vertido al ambiente sin causar un impacto negativo apreciable, dada su baja concentración de contaminantes (WSP, 2006, párr. 16).

1.1.2.7. Almejas de Agua dulce

La almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) es una especie típica de la selva en la mayoría de cuerpos de agua de este, reproduciéndose en forma acelerada en todas las lagunas o espejos de agua dedicadas al cultivo e investigación de otras especies, introduciéndose en forma de larva para luego seguir su desarrollo hasta llegar a su estado de adulto. Además, es una especie típica del fondo de los lagos, y cuyo papel limnológico es muy importante para la integración de los ciclos biogeoquímicos en los ambientes dulceacuícolas (Sánchez, 2007, p. 5-7).

Clasificación taxonómica

Tabla 1.

Clasificación Taxonómica de las Almejas de Agua dulce

ESTRUCTURA/ESPECIE	Anodontites trapezialis (Perú)	Diplodon chilensis (Gray, 1828) (Chile)	Unio elongatulus (España)	Crassostrea rhizophorae (Colombia)
CLASE	Bivalvia	Bivalvia	Bivalvia	Bivalvia
SUBCLASE	Paleoheterodonta	Lamellibranchia	-	-
ORDEN	Unionoidea	Paleoheterodonta	Unionoidea	Ostreoidea
SUPERFAMILIA	Mutellacea	Unionacea	Unionoidea	Ostrea
FAMILIA	Mycetopodidae	Hyriidae	Unionidae	Ostreidae

Nota: Se muestra las diferentes especies de bivalvos que viven en hábitats acuícolas en diferentes partes del mundo. Tomado de Soria y Sánchez (2012), Parada y Peredo (2002), Araujo (2012), Castillo y García (1984)

Descripción Morfológica

Los moluscos son comúnmente son conocidos como ostras, almejas y caracoles. Según Castro y Rodríguez (2003):

Los miembros de esta clase tienen simetría bilateral, están comprimidos lateralmente, y el cuerpo blando está dentro de una concha rígida formada por dos piezas, de aquí que se llamen bivalvos. El animal se alimenta mediante un par de branquias, situadas en su parte trasera, capturando pequeñas partículas suspendidas en el agua. (p.22)

Figura 1.

Especie Anodontites trapezialis



Nota: Se muestra la especie utilizada para la aplicación del biofiltro obtenida de una piscigranja de Tilapias en el Departamento de San Martín.

Características de las Almejas de Agua Dulce

Entre las principales características de las almejas de agua dulce se puede describir es que estos animales logran alcanzar una longitud de 8 centímetros y hasta los 15 centímetros. Son tolerantes a soportar temperaturas muy frías, casi próximas a la congelación. Otro aspecto resaltante es que su esperanza de vida se estima entre los 10 años de edad. Además, dichas conchas son sensibles a los compuestos o sustancias tóxicas que puedan estar en el entorno, en estos casos se toma en cuenta el cobre y esto pueda ocasionarles su muerte repentina. (Hablemos de peces, 2017).

La Almeja de agua dulce es típica del fondo de los lagos someros y ríos de cauce tranquilo. Estos moluscos viven generalmente formando grandes colonias enterradas o semienterradas en el sustrato, desde donde filtran el agua y remueven y oxigenan el fondo de los cauces (Bravo, 2010, p. 20).

Importancia de las Almejas de Agua Dulce

Esta especie es muy importante debido a que cuentan con una capacidad de filtrar litros de agua por hora, por medio de su alimentación y consiguen los nutrientes de partículas en suspensión. Son responsables de una “depuración” del agua y de la incorporación de materiales inertes a la cadena trófica. Son buenos indicadores del estado y funcionamiento de los ecosistemas, debido a que son sensibles a las variaciones del medio ya que dependen de ciertos parámetros fisicoquímicos para su desarrollo (López et Al., 2009, p. 33).

Por lo tanto, en la siguiente investigación se propone un sistema de biofiltro con almejas de agua dulce, *Anodontites trapezialis* como potencial bioindicador, según lo descrito por Lara et Al. (2002) señala que “tienen la capacidad de digerir bacterias las cuales constituirían parte de su dieta, aportándoles energía y un alto contenido proteico”, verificando la facultad de disminuir los coliformes termotolerantes mediante la digestión probando ser eficientes. El propósito de este proyecto es que sirva como referencia para la posterior gestión de las aguas en los canales de regadío con características similares y el aprovechamiento de los efluentes tratados para los cultivos de los agricultores existentes en la zona. A la vez el sistema de tratamiento propuesto tiene como valor agregado al menor costo de acondicionamiento, operación y mantenimiento en comparación con otras alternativas de tratamiento de aguas residuales domésticas; contribuyendo a la sostenibilidad de la calidad de las aguas, mediante saneamiento urbano y de su efectivo control.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Es posible evaluar el porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes mediante la aplicación de un biofiltro con almejas de agua dulce *Anodontites trapezialis* de las aguas del canal de regadío de Las Salinas – Chancay?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la concentración de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío que ingresa al biofiltro con almejas de agua dulce?
- ¿Será posible construir e instalar un biofiltro para almejas de agua dulce adaptable a las aguas del canal de regadío?

- ¿Cuál es el grado de reducción de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío después de la aplicación del biofiltro con almejas de agua dulce?
- ¿Es factible identificar mediante el análisis estadístico los factores y niveles de operación del biofiltro con almejas de agua dulce para la reducción de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes mediante la aplicación de un Biofiltro con almejas de agua dulce *Anodontites trapezialis* de las aguas del canal de regadío de Las Salinas - Chancay.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de coliformes termotolerantes mediante la técnica de filtración de membrana, del agua del canal de regadío que ingresa al biofiltro con almejas de agua dulce.
- Construir e instalar un biofiltro para almejas de agua dulce adaptable a las aguas del canal de regadío.
- Determinar la reducción de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío después de la aplicación del biofiltro con almejas de agua dulce.
- Identificar mediante el análisis estadístico los factores y niveles de operación del biofiltro con almejas de agua dulce para la reducción de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

La aplicación de un Biofiltro con almejas de agua dulce *Anodontites trapezialis* influye significativamente en el porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes de las aguas del canal de regadío de Las Salinas – Chancay.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- La concentración de coliformes termotolerantes determinados con la técnica de filtración de membrana para el agua del canal de regadío que ingresa al biofiltro con almejas de agua dulce influye significativamente en su disminución.
- La construcción e instalación del biofiltro para almejas de agua dulce permite adaptarse a las aguas del canal de regadío.
- La aplicación del biofiltro con almejas de agua dulce influye significativamente en la reducción de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío.
- Los factores y niveles de operación del biofiltro con almejas de agua dulce identificados mediante el análisis estadístico influyen significativamente en la reducción de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación posee un propósito aplicado, puesto que en el desarrollo de este se generan conocimientos y estrategias que ayudan a la solución del problema que está relacionado con las aguas del canal de regadío en Las Salinas en la cual se puede recuperar. Tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se implica realizar una prueba empírica donde se recolectará y analizarán datos (Kerlinger et Al., 2002, como se citó en Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Con un diseño experimental de tipo pre experimental, puesto que las almejas de agua dulce estarán sujetas a una cierta cantidad de agua, lo cual permitirá el efecto del potencial filtrador de la almeja de agua dulce para la recuperación de las aguas del canal de regadío en Las Salinas.



Donde:

- GE: Grupo Experimental
- O1: Análisis de la muestra inicial del agua (Observación del agua antes del tratamiento)
- T: Tratamiento
- O2: Análisis de la muestra final del agua (Observación del agua después del tratamiento)

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

Siendo la población bajo estudio el caudal controlado de las aguas residuales con alta carga microbiana que equivale a 100 l/s, provenientes de la bocatoma en Las Salinas el cual se encuentra ubicado en el distrito de Chancay.

2.2.2. Muestra

La muestra siendo la representación de la población bajo estudio se considera la captación de agua del canal de regadío de Las Salinas antes y después de pasar por el biofiltro. Se establecieron 8 muestras simples para el pre tratamiento y 8 muestras simples con 3 repeticiones cada una para el post tratamiento, para obtener la muestra integrada en intervalos mínimos de 12 horas. Para obtener el volumen de la muestra simple, se utilizó la siguiente información: el volumen total requerido de la muestra que fue de 252 litros, que resulta de la utilización de 7 litros de agua del canal por el tratamiento y 1 litro de agua adicional para la caracterización inicial del agua del canal.

2.2.2.1. Unidad de Análisis

Para el caso del proyecto es el volumen de aguas del canal almacenadas en la bocatoma en Las Salinas para su posterior distribución, que estas son generadas como producto de actividades productivas en la zona baja de la Cuenca Chancay – Huaral. En función a esta unidad, se obtuvo información antes y después de la aplicación del tratamiento mediante monitoreos integrados de los cuales se plantea llevar a analizar a un laboratorio acreditado.

2.2.2.2. Tipo de Muestreo

El presente trabajo de investigación tuvo un tipo de muestreo no probabilístico, en la cual se selecciona el número de muestras acorde al criterio y necesidad del investigador. Por lo tanto, se empleó una muestra integrada de 4 litros el cual no representa estadísticamente a la población, y que fue la cantidad necesaria para llevar a cabo ensayo experimental. Según Hernández et Al. (2014), “la elección del caso depende del investigador que recolecta los datos; este muestreo es útil para este proyecto debido a que se requiere una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características” (p. 189). Debido a ello, el muestreo se realizó la quincena de agosto, ya que es época de estiaje en la zona con 3 repeticiones cada una; donde se evidencia mayor concentración de coliformes termotolerantes en sus aguas por las actividades antropogénicas.

2.3. Materiales, instrumentos y métodos

2.3.1. Materiales

Los materiales y equipos suministrados por el Laboratorio Envirotest S.A.C. y los materiales para la elaboración del biofiltro son los siguientes:

- Materiales de muestreo: Balde plástico 20 litros, Frasco de vidrio de 1Lt., Frasco Estéril de plástico de 1Lt., Cooler, Ice pack y Guantes de Nitrilo.
- Materiales para el biofiltro: Ladrillo Rococho, Malla cuadra de metal galvanizada de ¼”, Cemento, Tubo de PVC de 4”, Pegamento de PVC de ¼”, Codos de PVC de 4”, Tee de PVC de 4”, Cruz de PVC de 4”, Válvula de Bola PVC de 4”, Plancha vidrio de 6mm., Arena gruesa y Piedra chancada de ½.

- Especie utilizada: 150 Almejas de Agua Dulce “*Anodontites trapezialis*”, tomadas de un criadero piscícola de Tilapia en la localidad de Shucshuyacu, distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín.
- Formatos: Ficha técnica, Ficha de Campo, Etiquetas para identificación de muestras y Cadena de custodia
- Equipos: GPS Garmin y Cámara Fotográfica
- Indumentaria de protección: Vestimenta de Seguridad y Botas de jebe.

2.3.2. Instrumentos

2.3.2.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos empleadas en la presente investigación fueron:

- Observación directa: Para levantar información sobre la problemática de investigación, identificación del área de estudio y para ver las condiciones de la zona, y ubicar los puntos estratégicos para los monitoreos.
- Revisiones bibliográficas: Se compilaron información bibliográfica extraída de diferentes fuentes de información tales como tesis, artículos y reportes canalizados de Scielo, Concytec, y Alicia.net. Se realizó una búsqueda de trabajos de investigación relacionados al tema de desarrollo, en función a palabras claves: Almejas de agua dulce, biofiltro y Cuenca Chancay – Huaral, donde sus resultados son coherentes y con buena estructura.
- Entrevista: Se obtuvo información oral por una entrevista no estructurada hecha a un agricultor de la zona.

- Análisis microbiológicos: Para determinar la reducción de la concentración del parámetro de coliformes termotolerantes mediante la aplicación del biofiltro.

Se utilizaron los siguientes instrumentos para el procesamiento de datos:

- Ficha técnica de identificación de los puntos de muestreo

Este instrumento sirvió para el levantamiento de información del punto de muestreo; donde se obtuvo información sobre las coordenadas, altitud, ubicación, evidencia fotográfica del momento de la toma de muestra y una descripción breve de características relevantes del punto de muestreo.

- Informe de Ensayo – Caracterización

El informe de ensayo es un instrumento que evidencia el valor de la concentración de la muestra de caracterización analizada para coliformes termotolerantes de la evaluación del efluente previo tratamiento.

- Informe de Ensayo – Post tratamiento

El informe de ensayo es un instrumento que evidencia el valor de la concentración de la muestra de caracterización analizada para coliformes termotolerantes de la evaluación del efluente posterior al tratamiento.

Tabla 2.

Técnica e instrumentos de recolección de datos

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Identificación del área de muestreo	Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales – R.J. N°010-2016-ANA	Observación directa	Ficha de técnica de identificación del punto de muestreo	Identificación y caracterización del punto de muestreo
Análisis de la muestra del agua residual inicial	ENVIROTEST S.A.C.	Análisis microbiológico	Informe de Ensayo - Caracterización	Concentración de Coliformes Termotolerantes. Control y vigilancia del estado de la muestra.
Análisis de la muestra del agua residual post tratamiento	ENVIROTEST S.A.C.	Análisis microbiológico	Informe de Ensayo – Post Tratamiento	Concentración de Coliformes Termotolerantes. Control y vigilancia del estado de la muestra.
Construcción del biofiltro	Modelo de ficha técnica	Observación directa	Ficha técnica del equipo	Descripción del prototipo

Fuente: Propia

Nota: Se menciona la técnica empleada y los instrumentos de recolección aplicados para la ejecución del experimento.

2.3.2.2. *Validez y confiabilidad*

La validez y confiabilidad del proyecto de investigación está sujeta a la aprobación de los instrumentos de aplicación por el asesor, según el formato de solicitud de validación de instrumento de recojo de información (ver ANEXO N° 9).

2.3.3. *Métodos*

2.3.3.1. *Proceso de experimentación*

Determinación de tratamientos en función del diseño factorial con tres factores

Este diseño, permitió identificar las posibles combinaciones para el desarrollo experimental. Para lo cual se aplicó el diseño factorial de acuerdo a la siguiente formula basada en (Siqueiros, 2004):

$$N^{\circ} \text{ de tratamientos} = m^n$$

Donde:

m: Indica los niveles

n: Indica la cantidad de variables independientes (parámetros operacionales)

Tabla 3.

Variables de estudio

Variable Dependiente	Variable Independiente
Disminución de coliformes termotolerantes (Y)	Caudal (X1)
	Cantidad de Almejas (X2)

Fuente: Propia

Luego se tiene que:

$$N^{\circ} \text{ de tratamientos} = 2^3$$

$$N^{\circ} \text{ de tratamientos} = 8$$

Para la determinación de los experimentos totales que abarcara el biofiltro se tiene:

- Número de experimentos o combinaciones = 8
- Número de repeticiones = 3

$$N^{\circ} \text{ de tratamientos totales} = 8 \times 3 = 24$$

En el proceso de experimentación se tuvo en cuenta la siguiente tabla, donde se indica los factores y niveles en estudio del biofiltro en el tratamiento del agua del canal de las Salinas mediante almejas de agua dulce.

Tabla 4.

Factores de operación y Niveles de estudio

VARIABLES DE PROCESO	NIVEL BAJO	NIVEL ALTO
Caudal (X1)	100 (l/s)	150 (l/s)
Cantidad de Almejas (X2)	15 (N°)	30 (N°)
Tiempo de residencia (X3)	6 (Horas)	12 (Horas)

Fuente: Propia

Tabla 5.

Matriz de Experimentación

N°	CÓDIGO	REPETICIONES			CAUDAL (LT/S)	CANT. DE ALMEJAS (N°)	TIEMPO DE RESIDENCIA (HORAS)
		X1	X2	X3			
		1	Q100A15H6	-			
2	Q150A15H6	+	-	-	150	15	6
3	Q100A30H6	-	+	-	100	30	6
4	Q150A30H6	+	+	-	150	30	6
5	Q100A15H12	-	-	+	100	15	12
6	Q150A15H12	+	-	+	150	15	12
7	Q100A30H12	-	+	+	100	30	12
8	Q150A30H12	+	+	+	150	30	12

Fuente: Propia

2.3.3.2. Metodología para la recolección de muestras de agua

Para llevar a cabo la recolección de muestras de agua, se tomó en consideración el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”; por lo que se estableció la metodología según el repositorio de la Autoridad Nacional del Agua en la R.J. N°010-2016-ANA, donde dicho protocolo establece criterios técnicos y lineamientos a aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad del agua (pp. 15).

2.3.3.3. Método para la estimación del Caudal del canal de regadío

Para ejecutar la medición del caudal en el canal de regadío en Las Salinas, se tomó en consideración la “Estimación del caudal por el Método de Flotadores”; por lo que se estableció la metodología según el repositorio del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú en la Guía de Hidrometría SENAMHI/DR-LIMA N°01-2011, donde la guía permitirá el conocimiento del método de forma práctica para estimar el caudal del agua sobre todo cuando no se cuenta con un correntómetro (pp.4).

2.3.3.4. Método para la determinación de Coliformes Termotolerantes en agua

Se realizaron la toma de muestra antes y después del tratamiento insitu para determinar la concentración de coliformes termotolerantes llevando las muestras de agua al laboratorio Envirotest S.A.C, por lo que el laboratorio utiliza la metodología aplicada y aprobada por INACAL-DA, y ante el IAS bajo la NTP 214.031:2001; que consiste en aplicar el método de filtración por membrana 1° Ed. del año 2016 cuya unidad es NMP/100ml. Cuyo procedimiento se detalla en el ANEXO 4.

2.3.3.5. Método para determinar el porcentaje de reducción de Coliformes Termotolerantes

Para el cálculo del porcentaje de reducción del parámetro de Coliformes Termotolerantes se utilizó el siguiente indicador (Lin et al., 2003, como se citó en Scavo ,2004):

$$\text{Eficiencia de Remoción (\%)} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

C_i = Contaminante de entrada

C_f = Contaminante de salida

2.3.3.6. Método de análisis de datos

El análisis de los resultados experimentales, se ha efectuado mediante el software Excel para tabular los resultados obtenidos por el tratamiento y obtención del porcentaje de reducción, además se usó el programa ArcGis 10.3 para la modelación del lugar de estudio y puntos de monitoreo. Finalmente se utilizó el programa AutoCad 2018, el cual permitió una mejor visualización del prototipo planteado para el desarrollo del proyecto.

Mediante el programa Minitab se hace un análisis estadístico descriptivo donde se empleará una serie de tablas, gráficas y medidas de tendencia central como la media aritmética para determinar el promedio del valor por las repeticiones en cada medida de tratamiento de coliformes termotolerantes. Además, se usa la medida de dispersión como la desviación estándar. También, se realizará pruebas de hipótesis para ver la validez y probar la hipótesis se usa la técnica de la estadística inferencial, aplicando pruebas paramétricas como pruebas de normalidad y varianzas iguales, para ver si hay significancia después del tratamiento aplicado y ANOVA para saber cuál de los tratamientos es mejor. Además, se aplicó el método Tukey para comparaciones múltiples entre las medias de los factores y este se ajuste al nivel de confianza simultáneo.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Ubicación de estudio y puntos de muestreo

El proyecto se realizó en la parte media del canal de regadío del sector de Las Salinas, Distrito de Chancay, a unos 39.9 m.s.n.m. que cubre una extensión de aproximadamente 250 hectáreas; dicha área está ocupada por parcelas de cultivos y fincas, donde siembran variedades de flores para venta. Además, cuenta con un local de Comisión de Usuarios donde se reúnen los 130 propietarios y coordinan la canalización organizada de la gestión del recurso hídrico, con el fin de promover el uso eficiente del recurso que los abastece.

El área del presente estudio se encontró ubicado en las coordenadas 254524 Este y 8716158 Norte a unos 250 metros aproximadamente del punto de distribución de la bocatoma de captación del río Chancay. El acceso al área de estudio se realizó por medio de un camino de trocha y que ha sido habilitado para la conexión de las demás hectáreas de cultivo del sector de Las Salinas.

Para establecer la zona de estudio, se utilizó el GARMIN GPSMAP 64S, donde se determinó la accesibilidad a la zona, los puntos estratégicos para el monitoreo y la instalación de del biofiltro, obteniendo las coordenadas UTM. Una vez establecidas las coordenadas se procedió a programar las actividades para la caracterización de la calidad del agua del canal de regadío y ubicación del biofiltro. Cuyo mapa georeferenciado se visualiza en el ANEXO 2.

2.4.2. Determinación del caudal del agua en el canal de Las Salinas

Se realizó la medición del caudal dentro del canal de regadío en Las Salinas en primer lugar; se seleccionó un tramo recto donde se midió la distancia que recorrerá el

flotador desde el inicio y el final, el cual fue de 10 metros. En segundo lugar; se calculó el tiempo promedio que demoraran los flotadores lanzándolos antes del punto de inicio para estabilizar su trayectoria calculándolo con un cronómetro para luego sacar el promedio del tiempo que demora cada flotador entre el número de los flotadores, de los cuales se tomó 10 tiempos para tener una medida más exacta. En tercer lugar; se calculó la velocidad media en la vertical (V_m) el cual este valor es la velocidad corregida del flujo de agua y es igual a la velocidad del flotador multiplicada por el coeficiente de la velocidad media (0.85). En cuarto lugar; se halló el área (A), el cual se usó la siguiente fórmula: $A = hp \times a$

Donde:

A = Área de la sección (m^2)

hp = profundidad promedio (m)

a = Ancho del canal (m)

Se calculó la profundidad con una regla, por lo que dividimos en 3 partes, para sondear el ancho del canal para medir las diferentes profundidades y obtener el promedio su profundidad. Finalmente, se calculó el caudal utilizando la siguiente fórmula: $Q = A \times V_m$

Donde:

Q = Caudal de agua (m^3/s)

A = Área de la sección (m^2)

V_m = Velocidad media del agua (m/s)

2.4.3. Caracterización del agua del canal de las Salinas

Para la planificación de la toma de las muestras, se consideró los siguientes pasos:
“Establecimiento de red de puntos de monitoreo, Planteamiento de frecuencia de monitoreo, Parámetros a evaluar en el monitoreo" (ANA, 2016, p. 31).

- Se desarrolló la quincena de agosto, ya que es época de estiaje, en dos puntos diferentes identificados; primero: punto ingreso al biofiltro; Segundo: a un 1 metro aproximadamente a la salida del biofiltro.
- Se estableció la frecuencia: donde se tomará una muestra representativa al ingreso del biofiltro y 3 repeticiones a la salida del biofiltro.
- Se preparó los materiales, equipos e indumentaria de protección para realizar la toma de muestra integrada que de acuerdo a ANA (2016), “consiste en la homogenización de muestras puntuales tomadas en diferentes puntos simultáneamente” (p. 30), el cual es utilizado por el Laboratorio Envirotec S.A.C. como criterio para la evaluación de muestras, como se explica en los siguientes pasos:

El laboratorio brindó los frascos para la toma de muestra de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; además dió indicaciones para el llenado de la cadena de custodia y posterior entrega de las muestras.

En la zona de estudio, se posicionó en los puntos determinados, donde el caudal es controlado, por lo que se procedió según ANA (2016):

- En primer lugar, los recipientes para recolectar las muestras no se someten al enjuague, ya que el laboratorio te proporciona esterilizado.

- Luego, se recolectó contra corriente al ingreso del biofiltro y las otras 3 réplicas a la misma tubería de salida del biofiltro, dejando un espacio para aireación en cada frasco de vidrio.
- Se hizo el llenado de los frascos de 250 gr para el parámetro microbiológico, donde se dejó un espacio de aireación para permitir la expansión térmica durante su transporte y se tapó envolviéndolo con papel Kraft (p. 40)
- Finalmente, se hizo el llenado de las etiquetas para su posterior rotulación y conservación en el cooler con los congelantes. Asimismo, se registraron los datos en la cadena de custodia.

2.4.4. Diseño y construcción del biofiltro

Para llevar a cabo la construcción del biofiltro se procedió a medir las dimensiones a ocupar en el canal para poder calcular la medida exacta del filtro de vidrio, cuya estructura abarcó 1 metro aproximadamente. Luego se hizo una limpieza previa del área; por encontrarse en una zona agrícola se tuvo que eliminar la maleza existente a los alrededores de la zona de ubicación y remoción de piedras encontradas en el mismo canal para evitar daños a la infraestructura del biofiltro; cuyas medidas fueron: 0.80 cm de ancho y 0.50 cm de profundidad. Teniendo en cuenta esas medidas se pudo calcular el volumen del filtro cuya dimensión es de 70 cm de largo x 60 cm de ancho x 60 cm de profundidad. Para determinar el volumen del llenado del filtro aplicó la siguiente fórmula basada en (Enríquez, 2004, p. 33):

$$Volumen = L \times B \times H$$

Donde:

B = Ancho

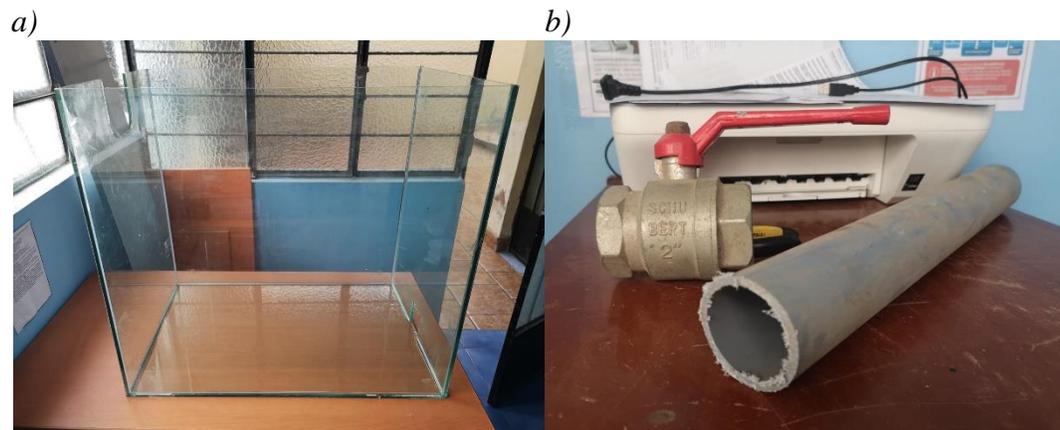
H = Altura

Reemplazando:

$$\text{Volumen} = 70 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 252000 \text{ cm}^3 = 252 \text{ l}$$

Teniendo las medidas claras, se mandó hacer el corte y pegado de los vidrios de acuerdo a las medidas establecidas a un local especializado, para su posterior recojo previa cita. Luego, se realizó una reducción de material noble, a base de ladrillo y concreto de 80 cm de ancho a 10 cm, dejando instalado el tubo de PVC de 4”.

Figura 2. Materiales para la instalación del biofiltro



Nota: En la figura a) se muestra la pecera de vidrio con orificios para la colocación de las tuberías; en la figura b) se muestra la válvula de bola de PVC 4” junto con la tubería de PVC de 4”, los cuales fueron conectados a la salida de la pecera.

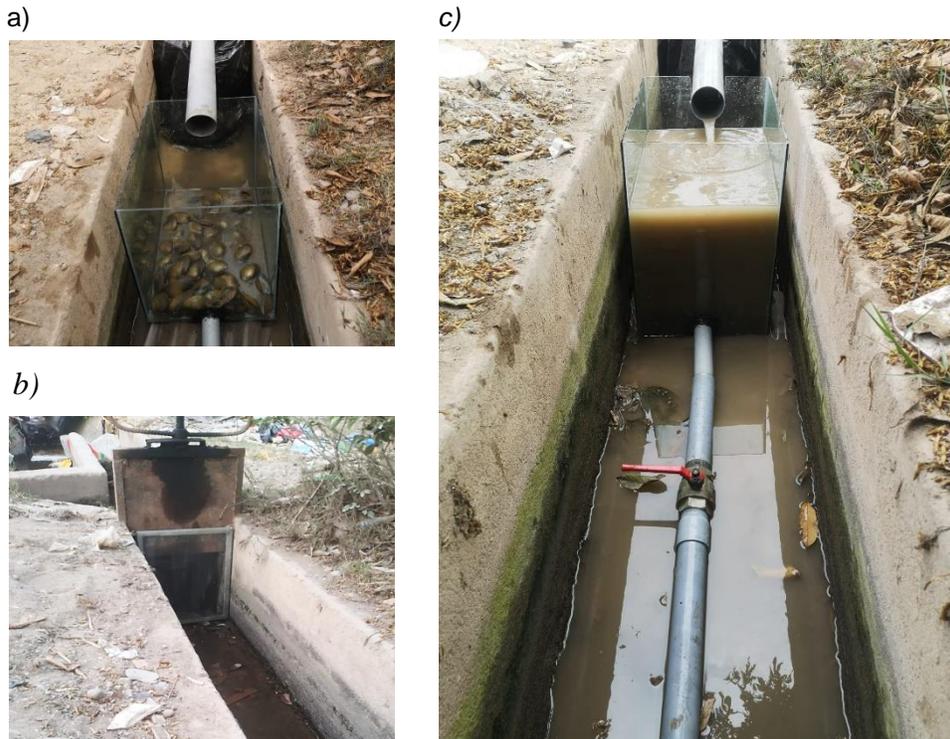
Fuente: Propia

Para la instalación del biofiltro, previamente se obtuvo el dato del caudal brindado por un agricultor, ya que el agua que les aportan ingresa cada 8 días a las diferentes

áreas agrícolas, con 100 l/s que es controlado por los mismos usuarios mediante compuertas manuales, así es como ellos manejan el volumen de agua proporcionado para la distribución en sus cultivos. Teniendo previa coordinación con la junta de usuarios se procedió a instalar, de la siguiente manera:

- En primer lugar, se procedió a la colocación de la malla de acero hecho a medida de la compuerta de metal, los cuales estarán situados en la rendija ya hecha en el mismo canal. Seguido, se agregó el reductor de material noble adherido a la rendija de metal haciendo la conexión con la tubería de PVC de 4" utilizando pegamento especial.
- En segundo lugar, se colocó el filtro de almejas dentro del canal de regadío pegando las tuberías de PVC de 4" con salida al mismo canal previa colocación de una válvula de bola de PVC de 4".

Figura 3. Estructura del biofiltro de almejas de agua dulce



Nota: En la figura a) se muestra la pecera con las almejas dentro; en la figura b) se muestra la compuerta de metal junto con la malla de acero inoxidable para que funcione como cribado previo al paso del agua; y en la figura c) se muestra la estructura del biofiltro con sus respectivas conexiones de tuberías dentro del canal de regadío.

Fuente: Propia

2.4.5. Tratamiento de remoción de coliformes termotolerantes con el biofiltro

Para iniciar con el experimento, se obtuvo 180 almejas de la especie “*Anodontites Trapecialis*” de un criadero piscícola de tilapias en la localidad de Shuchshuyacu provincia de Moyobamba, para los 8 diferentes tratamientos, los cuales fueron de similares tamaños de 5 cm, una edad de 2 años y un peso de 5 gramos de cada individuo.

Luego, se coordinó previamente con la junta de usuarios, para luego se proceder a abrir la compuerta de metal para el pase del agua hacia el prototipo; pasando por el pretratamiento (Cribado de ¼”), para lo cual permitirá el paso del agua de manera directa al filtro de almejas de agua dulce para su posterior depuración del agua del canal hasta remover la concentración de algunos contaminantes microbiológicos cerrando previamente la válvula de bola de PVC de 4” ubicado a la salida del filtro de almejas durante un periodo de 6 a 12 horas donde se encargarán de remover la concentración de contaminantes (Coliformes Termotolerantes) obteniendo un efluente para el reúso en riego que se encuentre dentro de los Estándar de Calidad Ambiental para Categoría 3, y luego abrir la llave para dar paso a la distribución del agua dentro del canal.

Figura 4. Biofiltro con agua de canal de regadío



Nota: Se muestra el biofiltro con el agua del canal de regadío retenido por la válvula de bola.

Fuente: Propia

2.4.6. Análisis del parámetro microbiológico del agua del canal de las Salinas después del tratamiento con el biofiltro

Como se estableció el plan de monitoreo evaluar quincenalmente el efluente tratado procedente del biofiltro, en un periodo 6 días consecutivos comenzando desde la quincena de agosto, para descartar anomalías procedentes del canal de regadío.

Se tomó la muestra a la salida del biofiltro, para lo cual el parámetro microbiológico no se llenó en su totalidad; todas las muestras con sus 3 réplicas obtenidas fueron rotuladas y conservadas para su posterior traslado inmediatamente al laboratorio acreditado en la ciudad de Lima para su respectivo análisis (ANA, 2016, p. 31). El laboratorio responsable fue Envirotest S.A.C.– Sede Lima, cuyo parámetro fue:

Coliformes termotolerantes y se obtuvo dos instrumentos de reporte, el informe de Ensayo – Caracterización y el informe de ensayo – post tratamiento.

Figura 5. *Muestreo antes y después del tratamiento*



Nota: En la figura a) se muestra la toma de muestra al ingreso del biofiltro; en la figura b) se muestra la toma de muestra a la salida del biofiltro antes de desembocar en el mismo canal; ambas muestras fueron tomadas para su posterior análisis microbiológico.

Fuente: Propia

2.5. Aspectos Éticos

En la presente investigación, se están considerando los aspectos éticos pertinentes en cuanto a la citación adecuada de fuentes utilizando las normas del Manual de Redacción UPN; en ese sentido también se presentarán datos fidedignos confiables ajustados a la investigación de campo.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1. Caracterización de las aguas del canal de las Salinas

Para determinar la concentración de coliformes termotolerantes del canal de regadío que ingresa al biofiltro con almejas de agua dulce, la muestra fue trasladada al laboratorio acreditado por INACAL ante el IAS, llamado Envirotest S.A.C., donde se llevó a cabo el análisis de los parámetros microbiológicos de: coliformes termotolerantes. En cada combinación (tratamiento) está presente sus variables como Caudal (100 l/s y 150 l/s), Cantidad de Almejas (15 y 30 individuos) y Tiempo de Residencia (6 y 12 horas) como se muestra en la tabla 3.

Tabla 6.

Caracterización Inicial del canal de regadío de Las Salinas

N° de combinaciones	Código	Coliformes	
		Volumen (l)	Termotolerantes (NMP/100ml) iniciales
T1	Q100A15H6	252 l	4800
T2	Q150A15H6	252 l	4500
T3	Q100A30H6	252 l	4900
T4	Q150A30H6	252 l	4650
T5	Q100A15H12	252 l	4850
T6	Q150A15H12	252 l	4720
T7	Q100A30H12	252 l	4910
T8	Q150A30H12	252 l	4550

Nota: Se presenta los resultados del punto de muestreo CSAL01, con la concentración inicial del agua del canal de regadío en Las Salinas. Cabe resaltar que no se aplicó ningún tratamiento a las muestras iniciales. Se adjunta ensayo y cadenas de custodia (ANEXO 5 y 6).

Fuente: Propia

Donde: “CSAL01”: Es el 1° punto de muestreo antes de ingresar al biofiltro.

3.2. Resultados Generales después de la aplicación del tratamiento

A continuación, se muestra los resultados obtenidos después de la aplicación de los tratamientos, cabe indicar que los análisis de los parámetros microbiológicos han sido evaluados por el laboratorio Envirotest S.A.C.

Tabla 7.

Análisis del Parámetro Coliforme Termotolerante después del Tratamiento

Volumen muestra (ml)	Réplicas	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)
T1	1	3480
	2	3520
	3	3440
T2	1	3170
	2	3230
	3	3110
T3	1	2950
	2	3010

	3	2930
	1	2670
T4	2	2720
	3	2650
	1	2250
T5	2	2310
	3	2210
	1	1940
T6	2	2020
	3	1910
	1	1560
T7	2	1590
	3	1460
	1	1120
T8	2	1280
	3	1210

Nota: Se presentan los resultados obtenidos después de la aplicación del biofiltro por cada tratamiento en sus tres repeticiones para el parámetro coliformes termotolerantes.

Fuente: Propia

3.2.1. Resultados de tratamientos con los factores principales

Seguidamente se muestra los resultados obtenidos después de la aplicación de los tratamientos, cabe indicar, que los factores con notoriedad en la reducción de coliformes termotolerantes fueron cantidad de almejas y tiempo de residencia.

Tabla 8.

Resultado de Coliformes Termotolerantes en el biofiltro con un tiempo de residencia de 6 y 12 horas

N° de Tratamiento	CÓDIGO	Tiempo de Residencia (Horas)	Coliformes Termotolerantes Finales
T1	Q100A15	6	3480
T2	Q150A15	6	3170
T3	Q100A30	6	2963.33
T4	Q150A30	6	2680
T5	Q100A15	12	2256.66
T6	Q150A15	12	1956.66
T7	Q100A30	12	1536.66
T8	Q150A30	12	1203.33

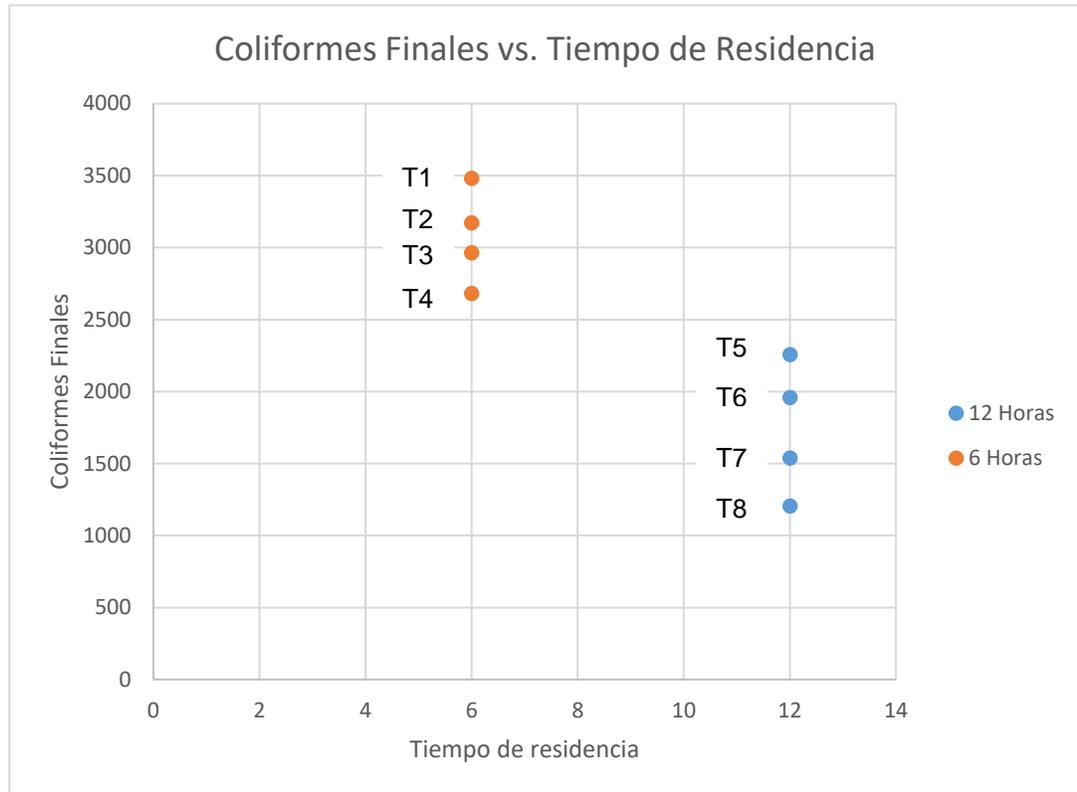
Nota: Se observa que el promedio final de las 3 repeticiones por tratamiento de coliformes termotolerantes en un tiempo de residencia de 6 y 12 horas, donde ha disminuido notablemente en el tratamiento 8 en 12 horas.

Fuente: Propia

A continuación, se muestra la gráfica de interacción a partir del análisis numérico.

Figura 6.

Variación de la reducción de Coliformes Termotolerantes con el tiempo de residencia



Nota: Se observa los resultados experimentales obtenidos de la reducción de coliformes termotolerantes mediante el biofiltro empleando diferentes tiempos de residencia, siendo el más óptimo el tratamiento 8 en un tiempo de 12 horas, logrando una reducción de 1203.33 NMP/100 ml a diferencia de los otros tratamientos.

Fuente: Propia

Tabla 9.

Resultado de Coliformes Termotolerantes en el biofiltro con un número de 15 y 30 almejas de agua dulce

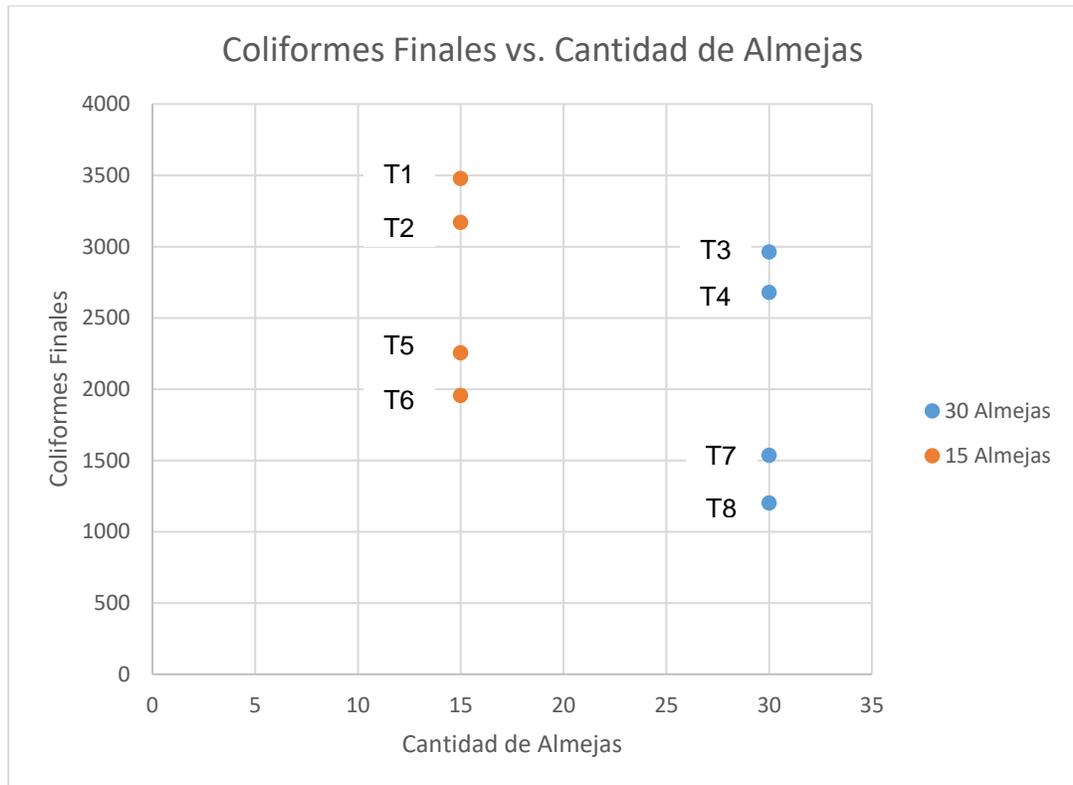
N° de Tratamiento	CÓDIGO	Cant. de Almejas (N°)	Coliformes Termotolerantes Finales
T1	Q100H6	15	3480
T2	Q150H6	15	3170
T3	Q100H6	30	2963.33
T4	Q150H6	30	2680
T5	Q100H12	15	2256.66
T6	Q150H12	15	1956.66
T7	Q100H12	30	1536.66
T8	Q150H12	30	1203.33

Nota: Se observa que el promedio final de las 3 repeticiones por tratamiento de coliformes termotolerantes con una cantidad de almejas de 15 y 30 ejemplares, donde ha disminuido notablemente en el tratamiento 8 con 30 almejas.

Fuente: Propia

A continuación, se muestra la gráfica de interacción a partir del análisis numérico

Variación de la reducción de Coliformes Termotolerantes con la cantidad de almejas de agua dulce



Nota: Se observa los resultados experimentales obtenidos de la reducción de coliformes termotolerantes mediante el biofiltro empleando diferentes cantidades de almejas, siendo el más óptimo el tratamiento 8 utilizando 30 almejas, logrando una reducción de 1203.33 NMP/100 ml a diferencia de los otros tratamientos.

3.3. Determinación del porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes

Seguidamente se muestra los resultados obtenidos del parámetro de coliformes termotolerantes para los tratamientos planteados y sus respectivas repeticiones.

Tabla 10.

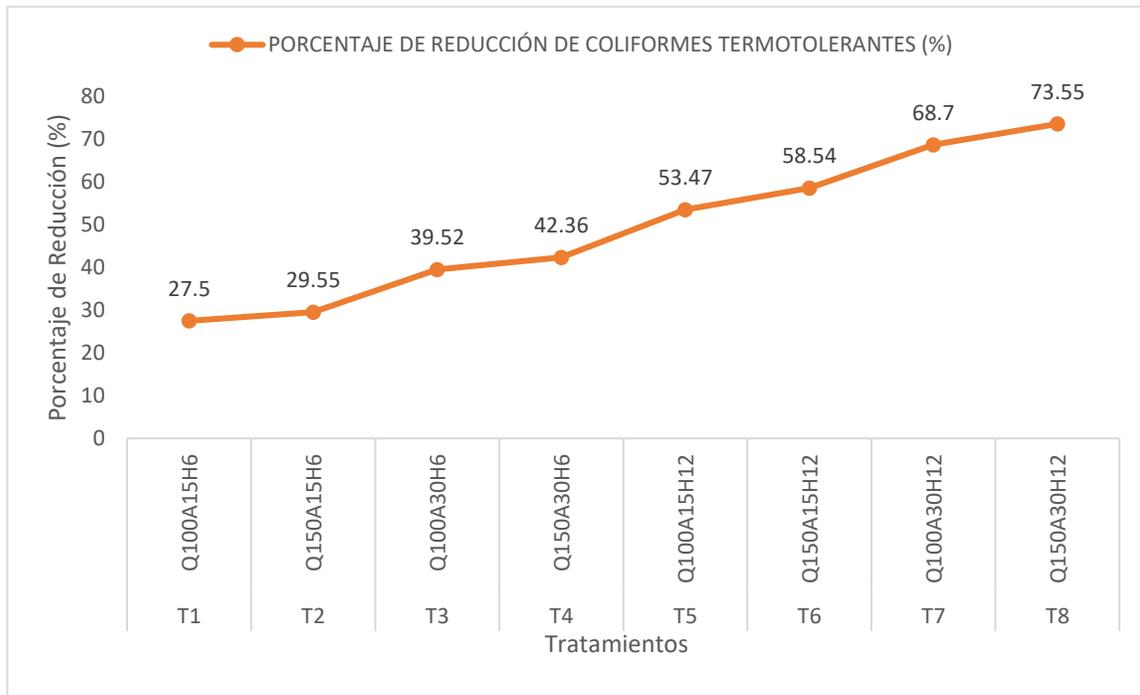
Porcentaje de reducción de Coliformes Termotolerantes (%)

Tratamiento	CÓDIGO	Promedio	Reducción promedio de Coliformes termotolerantes (%)
T1	Q100A15H6	3480	27.5
T2	Q150A15H6	3170	29.55
T3	Q100A30H6	2963.33	39.52
T4	Q150A30H6	2680	42.36
T5	Q100A15H12	2256.66	53.47
T6	Q150A15H12	1956.66	58.54
T7	Q100A30H12	1536.66	68.70
T8	Q150A30H12	1203.33	73.55

Nota: Se expone los resultados de reducción del parámetro coliformes termotolerantes por cada tratamiento.

Fuente: Propia

Porcentaje de reducción de Coliformes Termotolerantes (%)



Nota: Se observa el incremento del porcentaje de reducción por cada tratamiento en la disminución del parámetro Coliforme Termotolerante.

A partir de la tabla y gráfica mostrada, se evidenció un análisis comparativo de la eficacia de reducción por tratamiento después de la aplicación del biofiltro con almejas de agua dulce, donde se obtuvo que el Tratamiento 8 obtuvo una menor concentración de coliformes termotolerantes que equivale a 1203.33 NMP/100ml representando el 73.55% de reducción del parámetro coliformes termotolerantes en contraste a los demás tratamientos.

3.4. Resultados del parámetro Coliformes Termotolerantes

Seguidamente se realizó el análisis estadístico de los datos experimentales, empleando la prueba de análisis de varianzas (ANOVA) de 3 factores, prueba de Tukey de comparaciones

en pareja, análisis de efectos principales e interacciones de valores, los cuales se detallan a continuación:

3.4.1. Análisis estadístico de Coliformes Termotolerantes - ANOVA

Prueba de análisis de Varianzas

Análisis de los resultados: ANOVA

Figura 9.

Prueba de análisis de Varianzas - Coliformes Termotolerantes

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	13481583	1925940	142.53	0.000
Lineal	3	13312567	4437522	328.40	0.000
Caudal	1	312817	312817	23.15	0.000
Cant. De Almejas	1	2306400	2306400	170.69	0.000
Tiempo de Resi.	1	10693350	10693350	791.37	0.000
Interacciones de 2 términos	3	144950	48317	3.58	0.038
Caudal*Cant. De Almejas	1	35267	35267	2.61	0.126
Caudal*Tiempo de Resi.	1	28017	28017	2.07	0.169
Cant. De Almejas*Tiempo de Resi.	1	81667	81667	6.04	0.026
Interacciones de 3 términos	1	24067	24067	1.78	0.201
Caudal*Cant. De Almejas*Tiempo de Resi.	1	24067	24067	1.78	0.201
Error	16	216200	13513		
Total	23	13697783			

Nota: Se observa que todos los factores (Caudal, Cant. de Almejas, Tiempo de Resi.) y la interacción (Cant. de Almejas*Tiempo de Resi.) son significativos ya que su P-value son menores a 0.05.

Con la variable “Caudal”

Hipótesis Nula: H_0 : El factor “Caudal” no tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

Hipótesis Alterna: H_1 : El factor “Caudal” tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

P-value = $0.000 < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: Con una significancia del 5% se concluye que el factor “Caudal” tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

Con la variable “Cantidad de Almejas”

Hipótesis Nula: H_0 : El factor “Cantidad de Almejas” no tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

Hipótesis Alterna: H_1 : El factor “Cantidad de Almejas” tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

P-value = $0.000 < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: Con una significancia del 5% se concluye que el factor “Cantidad de Almejas” tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

Con la variable “Tiempo de Residencia”

Hipótesis Nula: H_0 : El factor “Tiempo de residencia” no tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

Hipótesis Alterna: H_1 : El factor “Tiempo de residencia” tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

P-value = $0.000 < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: Con una significancia del 5% se concluye que el factor “Tiempo de residencia” tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

Con la interacción de las variables “Cantidad de Almejas * Tiempo de Residencia”

Hipótesis Nula: H_0 : La interacción de “Cantidad de Almejas * Tiempo de residencia” no tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

Hipótesis Alternativa: H_1 : La interacción de “Cantidad de Almejas * Tiempo” no tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

P-value = 0.026 < 0.05 → Se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: Con una significancia del 5% se concluye que la interacción “Cantidad de Almejas * Tiempo de residencia” tiene efecto sobre la reducción de Coliformes Termotolerantes.

Figura 10.

Resumen del Diseño factorial de múltiples niveles

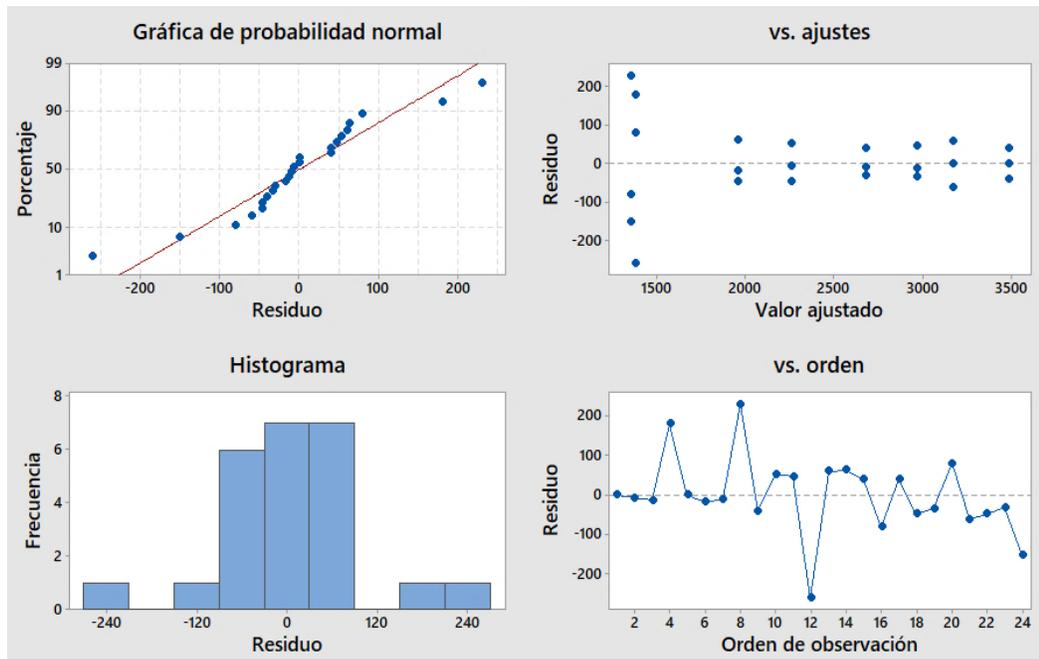
Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
116.243	98.42%	97.73%	96.45%

Nota: Del R-cuadrado ajustado = 97.73%, se tiene que el 97.73% de la variabilidad de Coliformes Termotolerantes es explicada Caudal, Cantidad de almejas, Tiempo de residencia y la interacción de Cantidad de almejas*Tiempo de residencia.

Análisis de los resultados: Residuales

Figura 11.

Gráfica de residuos para Coliformes Termotolerantes



Nota: Se observa las gráficas en resumen después de aplicar la prueba ANOVA

Normalidad

Los datos están relativamente cerca de la línea de distribución normal ajustada. El valor p (0.053) es mayor que el nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal.

Varianza constante

Los residuos están distribuidos aleatoriamente y la varianza en los diferentes tratamientos son aproximadamente iguales.

Independencia

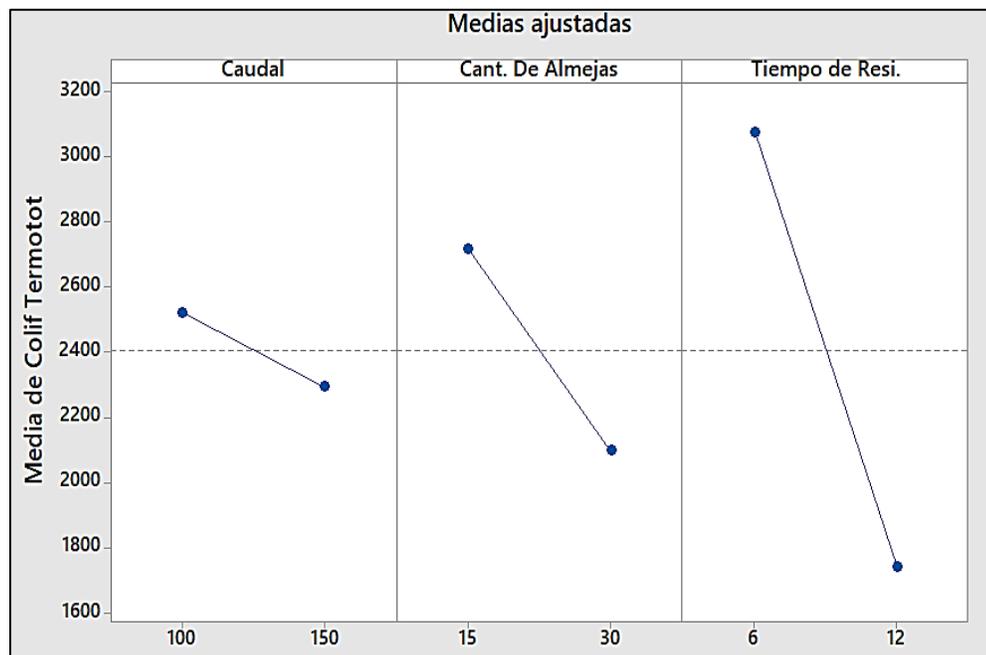
Los residuos son independientes ya que no muestran tendencias ni patrones en el orden cronológico. No hay evidencia de patrones ni correlación. Los puntos se ubican aleatoriamente alrededor de la línea central.

3.4.2. Análisis estadístico de los resultados: Gráfica de efectos principales

En general, se observa que el caudal, la cantidad de almejas y el tiempo de residencia afectan en los coliformes termotolerantes, ya que se observan pendientes pronunciadas de cada factor.

Figura 12.

Gráfica de efectos principales para Coliformes Termotolerantes



Nota: Se observa las pendientes negativas pronunciadas por cada factor en la reducción de coliformes termotolerantes.

El caudal a 100 l/s tiene una tasa media de coliformes termotolerantes mayor que el caudal de 150 l/s. La pendiente negativa significa que a mayor caudal el parámetro coliformes termotolerantes disminuye.

La cantidad de almejas de 15 individuos tiene una tasa media de coliformes termotolerantes mayor que el de 30 individuos. La pendiente negativa significa que a mayor cantidad de individuos el parámetro coliformes termotolerantes disminuye moderadamente.

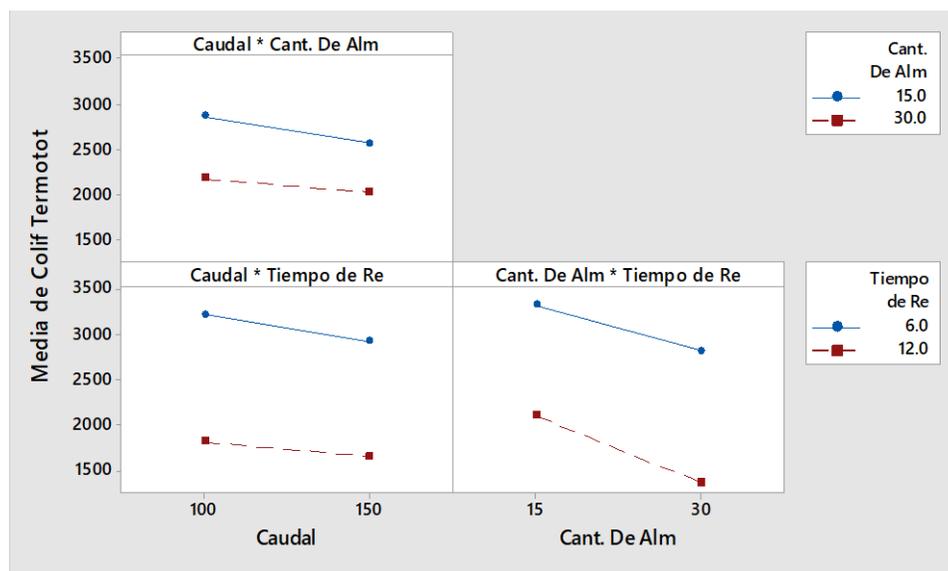
El tiempo de residencia de 6 horas tiene una tasa media de coliformes termotolerantes mayor que el de 12 horas. La pendiente negativa significa que a mayor tiempo de residencia el parámetro coliformes termotolerantes disminuye significativamente. En conclusión, en un tiempo de 12 horas se obtiene mayor disminución de coliformes termotolerantes.

3.4.3. Análisis estadístico de los resultados: Gráfica de interacciones

En general, se observa que el caudal, la cantidad de almejas y el tiempo de residencia afectan en los coliformes termotolerantes, ya que se observan pendientes pronunciadas de cada interacción entre factores.

Figura 13.

Gráfica de interacción para coliformes termotolerantes.



Nota: Se observa las pendientes por cada interacción de los factores en la reducción de coliformes termotolerantes.

En general, se obtiene una disminución efectiva de coliformes termotolerantes a mayor tiempo de residencia, independientemente de la cantidad de almejas y el caudal.

Al aumentar la cantidad de 15 a 30 almejas, la reducción de coliformes termotolerantes se hace con mayor efectividad en un periodo de tiempo más largo.

Cuando el caudal incrementa, los coliformes termotolerantes disminuyen moderadamente para el tiempo de residencia de 12 horas y se mantiene en esencia sin mucho cambio para la cantidad de almejas de 30 individuos.

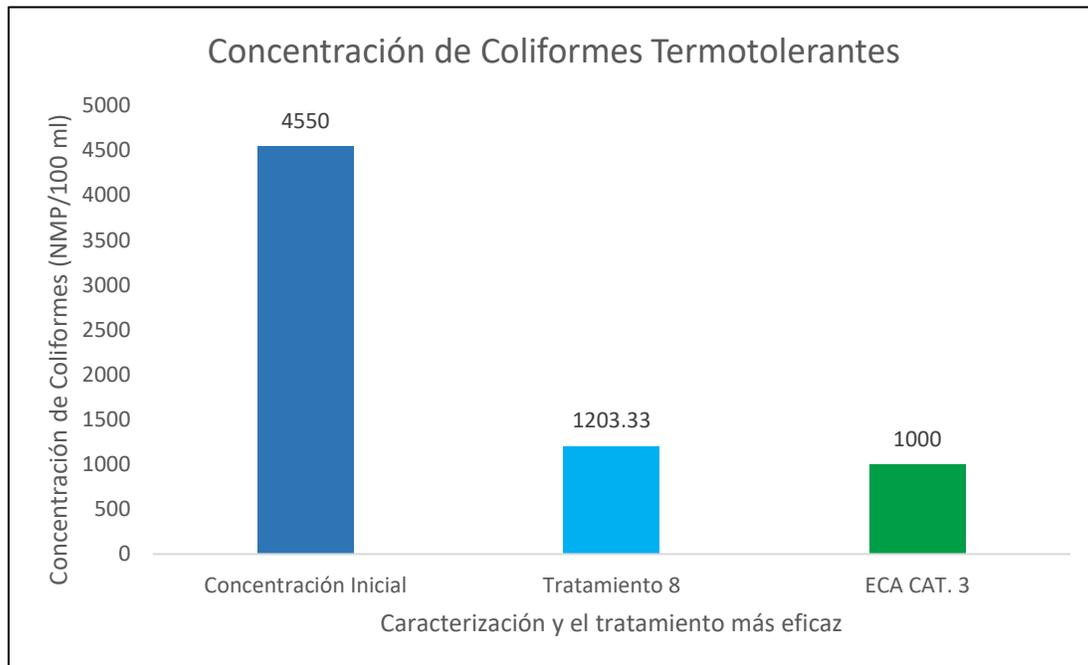
La cantidad de almejas de 30 individuos produce mejores resultados si se quiere una mayor reducción de coliformes termotolerantes cuando se tiene un periodo de tiempo considerable.

3.5. Análisis comparativo pre y post tratamiento con la normativa vigente

Seguidamente se muestra de forma gráfica los resultados obtenidos pre y post tratamiento, identificando así al tratamiento 8 como el tratamiento más eficaz, que aplicó un caudal de 150 l/s, con 30 individuos en 12 horas; cabe indicar que dicho tratamiento fue el que mejor resultados presentó para el parámetro coliformes termotolerantes; de igual manera, se obtuvo mejores resultados de remoción con el tratamiento 8.

Figura 14.

Comparación del efluente pre/post tratamiento para el parámetro coliformes termotolerantes.



Nota: Se observa la reducción de concentración de Coliformes Termotolerantes pronunciada entre la caracterización con la aplicación del tratamiento eficaz.

En la figura 12 se evidenció un análisis comparativo de las concentraciones antes y después de la aplicación del biofiltro con almejas de agua dulce, donde se obtuvo una concentración

inicial (CSAL-01) de 4550 NMP/100ml de coliformes termotolerantes posterior a la aplicación del tratamiento se determinó que el tratamiento 8 obtuvo una menor concentración del parámetro coliformes termotolerantes, que equivale a 1203.33 NMP/100ml representando el 77.55% de remoción del parámetro coliformes termotolerantes. Además, los resultados obtenidos se aproximan al ECA para la categoría 3 que es para el riego de vegetales, por lo que el proyecto queda como antecedente para un futuro estudio.

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

A partir del análisis de caracterización inicial del agua de canal de regadío, se obtuvo concentraciones entre 4500 y 4910 NMP/100ml del parámetro de Coliformes Termotolerantes, los cuales quintuplican aproximadamente los valores recomendados por los estándares de calidad del agua para categoría 3, que consiste en riego de vegetales y bebidas de animales; además, dicha concentración se encuentra fuera del rango obtenido por ANA (2012), quienes evaluaron la calidad del agua del Río Chancay y que registró un rango de concentración de 240 NMP/100ml del parámetro de Coliformes Termotolerantes y ANA (2014), que en su monitoreo obtuvo un rango de concentración de 450 NMP/100ml también del Río Chancay. Por otro lado, en otro lugar del Perú se evidenció que el análisis inicial del agua de los estanques piscícolas en Yurimaguas en la investigación de Soria y Sánchez (2012), tuvieron un rango superior al del presente proyecto que equivale a 10000 NMP/100ml. No obstante, en otras partes del mundo se observa que en la evaluación de Bianchi et al. (2014), el agua de lago obtuvo 950 NMP/100ml en muestra inicial; del mismo modo, el agua de pozo de Lara et al. (2002), en su evaluación obtuvo 110 NMP/100ml, un rango inferior comparando con el presente proyecto al aplicar la misma experimentación; cabe precisar que el mayor incremento de concentración de coliformes termotolerantes se ve reflejado en cuerpos de agua que están expuestos a la intemperie.

Para la construcción e instalación del sistema, se tomó en cuenta los proyectos mencionados en los antecedentes los cuales realizaban sus experimentaciones dentro de laboratorios o en cuerpos de aguas no expuestos a la intemperie, por lo que no tienen mucha influencia de factores externos; muy aparte, que trabajar con organismos vivos estos deben pertenecer a

un grupo universal estandarizado para la confiabilidad de los resultados. Lo que me motivó a demostrar la capacidad de las almejas en una infraestructura adaptable a las dimensiones del canal de regadío del mismo lugar, expuestos a factores externos; por lo que el sistema con control de flujo se acopló en el desarrollo de la experimentación, logrando los resultados esperados (que el agua tratada sea apta para el riego de vegetales y bebida de animales)

De los tratamientos aplicados con diferentes niveles de factores, se encontró que el tratamiento 8, que contó con un caudal de 150 l/s, 30 almejas de agua dulce en 12 horas con 3 repeticiones donde se obtuvo un promedio de 1203.33 NMP/100ml del parámetro de Coliformes Termotolerantes; en cambio, la experimentación aplicada en laboratorio por Mallama y Guzmán (2011), en peceras de 30 litros con 30 ml de inóculos puros de E. Coli con concentraciones de la bacteria entre (2000 y 3000 UFC por 100 ml) en los tratamientos con 6 almejas, luego con 8 almejas y por último sin almejas, con 3 repeticiones cada uno; se pudo obtener mejores resultados a partir de las 8 horas con 1300 y 750 UFC/100 ml respectivamente; calculando así un porcentaje de remoción de 51% para 6 almejas y 68 % para 8 almejas. En cambio, la concentración aplicada por Lara et Al. (2002), en una pecera con replicas en condiciones de oscuridad para simular una condición de pozo, pudo obtener que a partir de las 2 horas y hasta las 4 horas con 25 almejas hubo una eficiente disminución de la concentración de coliformes fecales equivalente al 97.96%. En cambio, en el proyecto de Soria y Sánchez (2012), en su primer tratamiento contó con 30 almejas en las primeras 24 horas y obtuvo 100 UFC, teniendo un mayor rendimiento de disminución en comparación con su tratamiento 3 con 60 almejas, donde obtuvo una concentración de 40 UFC, poniendo en manifiesto que a las 72 horas con 30 almejas obtuvo 60 UFC mientras que en su tratamiento 3 (con 60 almejas) redujo casi en su totalidad la concentración de coliformes

termotolerantes; obteniendo en su tratamiento 1 un porcentaje de remoción del 60% y en su tratamiento 3 un porcentaje de remoción de 100%. De igual manera, con el proyecto se evidenció que después de la aplicación a diferentes niveles de factores se precisa que el tratamiento 8, con un caudal de 150 l/s y 30 almejas en un periodo de 12 horas; tuvo un mayor porcentaje de eficiencia de reducción de coliformes termotolerantes con 73.55%.

Finalmente, con los datos experimentales estadísticos que se observa en la figura 10 en la interacción entre los factores, se demuestra una tendencia ascendente lo cual me indicaría que, para una reducción efectiva se debe a mayor cantidad de almejas independientemente del caudal y el tiempo de residencia; con una buena adaptación vivencial para la especie. Además, en la figura 8 se evidencia de forma independiente que a mayor tiempo de residencia la concentración de coliformes termotolerantes disminuye significativamente.

4.2. Conclusiones

- Se analizó las concentraciones de la caracterización inicial de las aguas del canal de regadío en Las Salinas antes de cada tratamiento de coliformes termotolerantes, a partir del 15 de agosto de 2019, cuyos valores obtenidos equivalen entre los 4500 NMP/100ml hasta 4910 NMP/100ml, los cuales exceden al ECA para categoría 3.
- Se logró construir e instalar el biofiltro de acrílico con un control de flujo, para una mejor adaptación de las almejas de agua dulce al flujo proveniente de las aguas del canal de regadío.
- De los tratamientos aplicados en el proceso, se consiguió reducir la concentración de coliformes termotolerantes obteniendo 1203.33 NMP/100ml considerando el Tratamiento 8, como el tratamiento más óptimo con un caudal de 150 l/s y 30 almejas en un periodo de 12 horas, con respecto a la concentración inicial del efluente.

- De los tratamientos con múltiples variables evaluados en el proceso, se logró un porcentaje de reducción eficaz de coliformes termotolerantes al aplicar el tratamiento 8, con un caudal de 150 l/s y 30 almejas en un periodo de 12 horas; reduciendo en 73.55% de coliformes termotolerantes, demostrando así la eficiencia del biofiltro para la reducción de este parámetro.
- Se demostró mediante el análisis estadístico de efectos principales e interacción para los coliformes termotolerantes que los niveles adecuados para la disminución efectiva fueron a mayor cantidad de almejas y mayor tiempo de residencia.

4.3. Recomendaciones

- Para futuros trabajos de tratamiento de aguas de reducción de microorganismos se debe trabajar con almejas de similares características (tamaño, peso, especie), debido a que al utilizar organismos vivos deben pertenecer a un grupo universal estandarizado para la confiabilidad de los resultados que se puedan obtener.
- Adecuar la pecera de las almejas de agua dulce a las condiciones de vida de estas, ya que son seres vivos que viven las profundidades de los lechos de los ríos y lagos para mantenerse a salvo de depredadores.
- Para una mayor efectividad en la reducción de ciertos contaminantes, se puede incrementar la cantidad de almejas de agua dulce o, por otro lado, aumentar el tiempo de residencia del agua con estas especies.
- Evaluar la posibilidad de hacer un pretratamiento (filtro lento de arena) antes de ingresar a la pecera de almejas de agua dulce, ya que ese sistema sostenible retiene mayor cantidad de partículas contaminantes que concentra el agua a tratar y evitaría que las almejas se saturen en su proceso de reducción de coliformes termotolerantes.

REFERENCIAS

- AguaSalud (Marzo de 2017). Filtros de agua ¿Qué tipo elegir?. Recuperado de:
<https://aguasalud.es/filtros-de-agua/>
- Araujo R. (2012). Unio Elongatulus. En: W.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente. Madrid.
https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/unio_elongatulus_tcm30-196968.pdf
- Aquino E. P. (2017). Calidad del agua en el Perú: Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales. Editorial DAR. 136pp.
https://www.dar.org.pe/archivos/publicacion/176_aguasresiduales.pdf
- Autoridad Nacional del Agua (26 de junio de 2019). ANA presenta el estado situacional de la calidad del agua en la Cuenca Chancay – Huaral, Perú. Repositorio del ANA,
<https://www.ana.gob.pe/noticia/ana-presenta-el-estado-situacional-de-la-calidad-del-agua-en-cuenca-chancay-huaral>
- Autoridad Nacional del Agua (2016). Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N°010-2016-ANA). Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/209>
- Autoridad Nacional del Agua, Tecnomá, Consorcio TYPESA e ENGECORPS (2013). Plan de gestión de recursos hídricos de la cuenca Chancay - Huaral. Repositorio del ANA,
<https://hdl.handle.net/20.500.12543/9>

- Autoridad Nacional del Agua (2012). Informe Técnico del tercer monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del Río Chancay – Huaral. Repositorio del ANA, <https://hdl.handle.net/20.500.12543/3045>
- Autoridad Nacional del Agua (2014). Informe Técnico del segundo monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del Río Chancay – Huaral. Repositorio del ANA, <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2544>
- Bianchi V. A., Castro J. M., Rocchetta I., Bieczynski F. y Luquet C. M. (2014). Health status and bioremediation capacity of wild freshwater mussels (*Diplodon chilensis*) exposed to sewage water pollution in a glacial Patagonian lake. *Revista Elsevier*, 37(2), 268-277. ISSN 1050-4648. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsi.2014.02.013>
- Bravo Cumbicus M. (2010). Inventario de las Especies de Moluscos y Crustáceos en la Zona de Influencia del Corredor Fluvial Zamora – Nangaritza [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Loja – Ecuador]. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5315>
- Castillo Rodríguez Z. y García Cubas A. (1984). Taxonomía y anatomía comparada de las ostras en las costas de México [Artículo, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología]. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1986-2/articulo230.html>
- Castro Rojas, G. V. y Rodríguez Pulido, J. A. (2003). Estudio bioecológico de la almeja de agua dulce (*Anodonta* sp). *Revista Orinoquia*, 7(1-2), 16-27. ISSN: 0121-3709, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=896/89670204>
- Cázares Méndez I. G. y Alcántara Araujo J. J. (2014). Análisis microbiológico de la calidad del agua de ciudad Nezahualcóytl, acorde a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994.



Contreras Laurente C. y Huarcaya Cuchula, R. H. (2016). Carga microbiana patógena en aguas para el lavado de vajillas y cubiertos en expendedores de alimentos ambulatorios, en la localidad de Huancavelica. [Tesis para titulación, Facultad de enfermería, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1918/TESIS%20CONTRERAS%20Y%20HUARCAYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Decreto Supremo 004 de 2017 [Consejo de Ministros]. Por la cual Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. 07 de junio de 2017. El Peruano N°20170607.

Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego (2014). Manual N°3: Mantenimiento de Infraestructura de sistemas de riego. Recuperado de: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual3.pdf>

Eden Springs (s.f.). Purificador de agua y filtro de agua, ¿hay diferencias? Recuperado de: <https://www.aguaeden.es/blog/purificador-de-agua-y-filtro-de-agua-hay-diferencias>

FAO (13 de junio de 2002). El agua y la agricultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/WorldFoodSummit/sideevents/papers/Y6899S.htm>

Fertibox (18 de noviembre de 2019). Importancia del agua de riego en la agricultura. Recuperado de: <https://www.fertibox.net/single-post/agua-riego>

Grandón, Maritza A, Barros, Javier A, & González, Rodrigo R. (2008). Caracterización metabólica de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae) expuesto a anoxia experimental.



19572008000300012

Hablemos de Peces. (25 de mayo de 2017). Almejas de Agua Dulce: Todo lo que debes saber.

Recuperado de: <http://hablemosdepeces.com/almejas-de-agua-dulce/>

Hernández Sampieri, R, Fernández Collado C., y Baptista Lucio P. (2010). Metodología de la Investigación. (6ta ed.). Editorial McGraw Hill e Interamericana. ISBN: 978-607-15-0291-9.

Kerlinger Fred N., Lee Howard B., Pineda L. E., Mora M. I. (2002). Investigación del comportamiento: Métodos de Investigación en Ciencias Sociales. (4ta ed). Editorial McGraw-Hill e Interamericana.

Lara, G., Contreras A., Encina, F. (2002). La Almeja de agua dulce *Diplodon Chilensis* (BIVALVIA:HYRIIDAE) potencial biofiltro para disminuir los niveles de coliformes en pozos: Experimento de laboratorio. Revista Gayana (Concepción), 66(2), 113-118, <https://doi.org/10.4067/S0717-65382002000200005>

Ley 29338 de 2010. Por el cual el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. 23 de marzo de 2009. www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/ley_29338_0.pdf

López E., Vásquez J., Reinoso G., Vejarano M. y García J. (2009). Plan de manejo de la Ostra de agua dulce *Acostaea rivoli* (Deshayes, 1827) del río Opía, Departamento del Tolima. En CORTOLIMA (Ed.).

https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/Plan-de-manejo-de-la-ostra-de-agua-dulce.pdf

Mallama Leyton J. R. y Guzmán Alvis A. I. (2011) Evaluación de la tasa de aclaración de la almeja dulceacuícola *Anodonta imbecilis* en un medio con coliformes *Escherichia coli*. *Acta Agronómica* [online] 60(1), 76-83. [ISSN](#) 0120-2812.

MINAGRI (s.f.). Cuencas y drenaje. Ministerio de Agricultura y Riego. <http://minagri.gob.pe/portal/datero/51-sector-agrario/hidrometeorologia/362-cuencas-y-drenaje>

Pajuelo A. (29 de abril de 2016). Tipos de filtros de agua. Recuperado de: <https://www.aguafria.es/blog/tipos-filtros-agua/>

Parada E., Peredo S., Cádenas S., Valdebenito I. y Peredo M. (2008). *Diplon Chilensis* Gray, 1828 (Bivalvia: Hyriidae) un potencial depurador de aguas residuales de piscicultura de Salmonidos de aguas continentales: Un estudio a escala de laboratorio. *Revista Gayana*, 72(1), 68-78, <https://doi.org/10.4067/S0717-65382008000100009>

Parada E. y Peredo S. (2002). Estado actual de la taxonomía de bivalvos dulceacuícolas chilenos: progresos y conflictos. *Revista chilena de historia natural*, 75(4), 691-701, <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2002000400005>

Payeras, A. (20 de diciembre de 2010). Parámetros de Calidad de las Aguas de Riego. *Bonsai Menorca*. <http://www.bonsaimenorca.com/?s=Par%C3%A1metros+Bacteriol%C3%B3gicos>

Ramos R., Vinatea L. Y Costa R. (2008). Tratamiento de efluentes del cultivo de *Litopenaeus vannamei* por sedimentación y filtración por la ostra *Crassostrea rhizophorae*. *Revista latinoamericana de investigaciones acuáticas*, 36(2), 235–244, <https://doi.org/10.3856/vol36-issue-2-fulltext-6>

- Sánchez Noriega, R. (2007). Determinación de parámetros tecnológicos de secado de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) y su evaluación fisicoquímica [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto]. <http://hdl.handle.net/11458/91>
- Siqueiros Tarazón A. (2004). Aplicación de la Metodología de Superficies de Respuesta para el Mejoramiento de la Calidad del Aceite de Soya. Universidad de Sonora, México. Recuperado de <https://bit.ly/2MDI7sP>
- Scavo M., Rodríguez O. y Luque O. (2004). Estudio de un sistema de tratamiento de aguas residuales complementario, con pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.), provenientes de una planta de producción de gaseosas, en Villa de Cura, estado Aragua [Tesis de Maestría Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad central de Venezuela]. <https://www.vetiver.org/ICV4pdfs/BA17es.pdf>
- Soria Códova J., y Sánchez Apagüeño J. (2012). Efecto biofiltro de la almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) (Lamarck, 1819) para disminuir los niveles de coliformes termotolerantes en estanques piscícolas. Experimento de laboratorio [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – Yurimaguas]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3498>
- Waterstation (19 de setiembre de 2019). ¿Cómo funciona un filtro de agua? (Conoce 5 tipos de filtros). Recuperado de: <https://waterstation.mx/cultura-del-agua/como-funciona-un-filtro-de-agua-conoce-5-tipos-de-filtros/>
- WSP (abril de 2006). Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades. Recuperado de: <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Proyecto-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-con-Biofiltros.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
Aplicación de un biofiltro mediante almejas de agua dulce para la reducción de coliformes termotolerantes en el canal de regadío de las Salinas - Chancay							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ITEMS/NIVELES Y RANGO
¿Será posible evaluar la disminución de coliformes termotolerantes mediante la aplicación de un Biofiltro con almejas de agua dulce Anodontites trapecialis de las aguas del canal de regadío de Las Salinas – Chancay?	Evaluar la disminución de coliformes termotolerantes mediante la aplicación de un Biofiltro con almejas de agua dulce Anodontites trapecialis de las aguas del canal de regadío de Las Salinas - Chancay.	La aplicación de un Biofiltro con almejas de agua dulce Anodontites trapecialis influye significativamente en la disminución de coliformes termotolerantes de las aguas del canal de regadío de Las Salinas - Chancay	Aplicación de un biofiltro con almejas de agua dulce	Características del biofiltro	Caudal	l/s	100 – 150
					Cantidad de Almejas	Número de individuos	15 - 30
					Tiempo de residencia	Horas	6 - 12
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ITEMS/NIVELES Y RANGO
¿Cuál es la concentración de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío que ingresa al biofiltro con almejas de agua dulce?	Determinar la concentración de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío que ingresa al biofiltro con almejas de agua dulce.	La concentración de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío que ingresa al biofiltro con almejas de agua dulce influye significativamente en su disminución.	Reducción de coliformes termotolerantes	Carga bacteriana	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	-
¿Será posible construir un biofiltro para almejas de agua dulce adaptable a las aguas del canal de regadío?	Construir un biofiltro para almejas de agua dulce adaptable a las aguas del canal de regadío.	La construcción del biofiltro para almejas de agua dulce permite adaptarse a las aguas del canal de regadío.					

¿Cuál es el grado de disminución de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío después de la aplicación del biofiltro con almejas de agua dulce?

Determinar la disminución de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío después de la aplicación del biofiltro con almejas de agua dulce.

La aplicación del biofiltro con almejas de agua dulce influye significativamente en la disminución de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío.

¿Es factible identificar mediante el análisis estadístico los factores y niveles de operación del biofiltro con almejas de agua dulce para la reducción de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío?

Identificar mediante el análisis estadístico los factores y niveles de operación del biofiltro con almejas de agua dulce para la reducción de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío.

Los factores y niveles de operación del biofiltro con almejas de agua dulce identificados mediante el análisis estadístico influyen significativamente en la reducción de coliformes termotolerantes del agua del canal de regadío.

Reducción de coliformes termotolerantes

%

Rango de Porcentaje de reducción:

X>70%

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICA A UTILIZAR
El presente proyecto de investigación posee un propósito aplicado, puesto que en el desarrollo de este se generan conocimientos y estrategias que ayudan a la solución del problema que está relacionado con las aguas del canal de regadío en Las Salinas en la cual se puede recuperar. Tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se implica realizar una prueba empírica donde se recolectará y analizarán datos (Kerlinger et Al., 2002, como se citó en Hernández, Fernández y Baptista, 2014).	<p>Población: Siendo la población bajo estudio el caudal controlado de las aguas residuales con alta carga microbiana que equivale a 100 l/s, provenientes de la bocatoma en Las Salinas el cual se encuentra ubicado en el distrito de Chancay.</p> <p>Muestra: La muestra siendo la representación de la población bajo estudio se considera la captación de agua del canal de regadío de Las Salinas antes y después de pasar por</p>	<p>Las técnicas de recolección de datos empleadas en la presente investigación fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación directa: Para levantar información sobre la problemática de investigación, identificación del área de estudio y para ver las condiciones de la zona, y ubicar los puntos estratégicos para los monitoreos. - Revisiones bibliográficas: Se compilaron información bibliográfica extraída de diferentes fuentes de información tales como tesis, artículos 	<p>Estadística:</p> <p>Para llevar a cabo el análisis de los datos, se utilizó lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Software Excel para tabular los resultados obtenidos por el tratamiento y obtención del porcentaje de reducción. - Mediante el programa Minitab se hace un análisis estadístico descriptivo donde se empleará una serie de tablas, gráficas y medidas de tendencia central como la media aritmética para determinar el promedio del valor por las repeticiones

<p>Diseño:</p> <p>El diseño de la investigación es experimental de tipo pre experimental, puesto que las almejas de agua dulce estarán sujetas a una cierta cantidad de agua, lo cual permitirá el efecto del potencial filtrador de la almeja de agua dulce para la recuperación de las aguas del canal de regadío en Las Salinas.</p> <p>Tipo de muestreo:</p> <p>El presente trabajo de investigación tuvo un tipo de muestreo no probabilístico, en la cual se selecciona el número de muestras acorde al criterio y necesidad del investigador. Por lo tanto, se empleó una muestra integrada de 4 litros el cual no representa estadísticamente a la población, y que fue la cantidad necesaria para llevar a cabo ensayo experimental.</p> <p>Según Hernández et Al. (2014), “la</p>	<p>el biofiltro. Se establecieron 8 muestras simples para el pre tratamiento y 8 muestras simples con 3 repeticiones cada una para el post tratamiento, para obtener la muestra integrada en intervalos mínimos de 12 horas. Para obtener el volumen de la muestra simple, se utilizó la siguiente información: el volumen total requerido de la muestra que fue de 252 litros, que resulta de la utilización de 7 litros de agua del canal por el tratamiento y 1 litro de agua adicional para la caracterización inicial del agua del canal.</p> <p>Tipo de muestreo:</p> <p>El presente trabajo de investigación tuvo un tipo de muestreo no probabilístico, en la cual se selecciona el número de muestras acorde al criterio y necesidad del investigador. Por lo tanto, se empleó una muestra integrada de 4 litros el cual no representa estadísticamente a la población, y que fue la cantidad necesaria para llevar a cabo ensayo experimental.</p> <p>Según Hernández et Al. (2014), “la</p>	<p>y reportes canalizados de SciELO, Concytec, y Alicia.net. Se realizó una búsqueda de trabajos de investigación relacionados al tema de desarrollo, en función a palabras claves: Almejas de agua dulce, biofiltro y Cuenca Chancay – Huaral, donde sus resultados son coherentes y con buena estructura.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrevista: Se obtuvo información oral por una entrevista no estructurada hecha a un agricultor de la zona. - Análisis microbiológicos: Para determinar la reducción de la concentración del parámetro de coliformes termotolerantes mediante la aplicación del biofiltro. <p>Los instrumentos aplicados:</p> <p>Para efecto de validez: La validez y confiabilidad del proyecto de investigación está sujeta a la aprobación de los instrumentos de aplicación por el asesor, según el formato de solicitud de validación de instrumento de recojo de información.</p>	<p>en cada medida de tratamiento de coliformes termotolerantes. Además, se usa la medida de dispersión como la desviación estándar. También, se realizará pruebas de hipótesis para ver la validez y probar la hipótesis se usa la técnica de la estadística inferencial, aplicando pruebas paramétricas como pruebas de normalidad y varianzas iguales, para ver si hay significancia después del tratamiento aplicado y ANOVA para saber cuál de los tratamientos es mejor. Además, se aplicó el método Tukey para comparaciones múltiples entre las medias de los factores y este se ajuste al nivel de confianza simultáneo.</p>
---	--	--	--

elección del caso depende del investigador que recolecta los datos; este muestreo es útil para este proyecto debido a que se requiere una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características” (p. 189). Debido a ello, el muestreo se realizó la quincena de agosto, ya que es época de estiaje en la zona con 3 repeticiones cada una; donde se evidencia mayor concentración de coliformes termotolerantes en sus aguas por las actividades antropogénicas.

Ficha técnica de identificación de los puntos de muestreo: Este instrumento sirvió para el levantamiento de información del punto de muestreo; donde se obtuvo información sobre las coordenadas, altitud, ubicación, evidencia fotográfica del momento de la toma de muestra y una descripción breve de características relevantes del punto de muestreo.

Informe de Ensayo – Caracterización: El informe de ensayo es un instrumento que evidencia el valor de la concentración de la muestra de caracterización analizada para coliformes termotolerantes de la evaluación del efluente previo tratamiento.

Informe de Ensayo – Post tratamiento: El informe de ensayo es un instrumento que evidencia el valor de la concentración de la muestra de caracterización analizada para coliformes termotolerantes de la evaluación del efluente posterior al tratamiento. (ANEXO N°5)

Fuente: Propia

ANEXO 2. Plano de ubicación y Puntos de muestreo



	Proyecto: "APLICACIÓN DE UN BIOFILTRO MEDIANTE ALMEJAS DE AGUA DULCE EN EL CANAL DE REGADÍO DE LAS SALINAS - CHANCAY"		
	DATUM	PROYECCIÓN	ESCALA
	WGS84	UTM	1:5,000
	AUTOR	FECHA	FUENTE
	DANIELA VILLAGÓMEZ CHACCHI	27/10/2020	IGN-MINEDU-MINAM

Puntos de Monitoreo	Coordenadas		Matriz de Evaluación
	Norte	Este	
BIOFILTRO	8716158	254524	ECA - Cit. 3
CSAL01	8716155	254537	
CSAL02	8716157	254520	

ANEXO 3. Resumen de Resultados

Volumen muestra (ml)	Caudal (l/s)	Cantidad de Almejas (N°)	Tiempo de Residencia (Horas)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Promedio	Reducción (%)
				3480		
T1	100	15	6	3520	3480	27.5
				3440		
				3170		
T2	150	15	6	3230	3170	29.55
				3110		
				2950		
T3	100	30	6	3010	2963.33	39.52
				2930		
				2670		
T4	150	30	6	2720	2680	42.36
				2650		
T5	100	15	12	2250	2256.66	53.47

				2310		
				2210		
				1940		
T6	150	15	12	2020	1956.66	58.54
				1910		
				1560		
T7	100	30	12	1590	1536.66	68.70
				1460		
				1120		
T8	150	30	12	1280	1203.33	73.55
				1210		

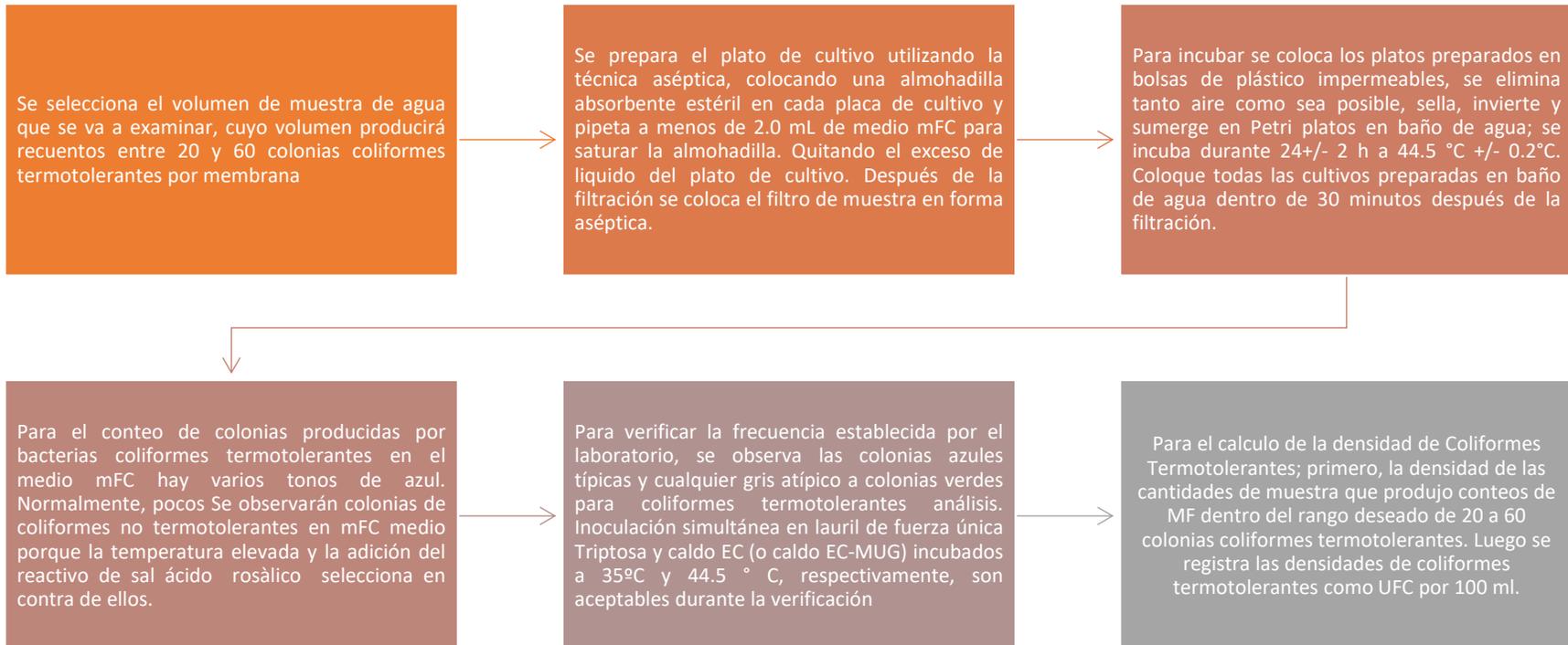
Fuente: Propia

ANEXO 4. Procedimiento de la Técnica de Filtro por membrana para Coliformes Termotolerantes (Fecal)

La técnica de filtro de membrana (MF) es reproducible, puede ser utilizada para probar volúmenes de muestra relativamente grandes, y generalmente produce resultados numéricos más rápidos que el procedimiento de fermentación de múltiples tubos. El volumen estándar a filtrar es de 100 ml para agua potable muestras; esto puede ser distribuido entre múltiples membranas (0.45µ tamaño de poro y 47 mm de diámetro). Sin embargo, para propósitos especiales de monitoreo (solucionar problemas de calidad del agua) puede ser deseable probar muestras de 1-L. Si partículas evitar que un filtro procese una muestra de 1 L, dividir muestra en cuatro porciones de 250 ml para análisis. El total de los recuentos de coliformes en cada membrana para reportar el número de coliformes por litro. El procedimiento de MF coliforme termotolerante utiliza un medio enriquecido lactosa y temperatura de incubación de 44.5 ° C +/-0.2° C para la selectividad durante todo la cámara durante un período de 24 horas. Además, para el cálculo de la concentración se obtiene usando la fórmula:

$$N^{\circ} \frac{\mu O}{100ml} = N^{\circ} \frac{\text{colonias}}{\text{Volumen muestra original filtrada}} \times 100$$

Se debe calcular, a partir de las diluciones realizadas y el volumen de agua filtrada, el volumen de la muestra original de agua (V_{mo}).



Fuente: GELDREICH E.E., H.F. CLARK, C.B. HUFF & L.C. MEJOR. (1965), ROSE, R.E., E.E. GELDREICH & W. LITSKY. (1975), LIN, S.D. (1976), PRESSWOOD, W.G. & D.K. FUERTE. (1978), GREEN, B.L., W. LITSKY & K.J. SLADEK. (1980), SARTORY, D.P. (1980), GRABOW, W.O.K., C.A. HILNER & P. COUBROUGH. (1981), RYCHERT, R.C. & G.R. STEPHENSON. (1981), PAGEL, J.E., A.A. QURESHI, D.M. YOUNG & L.T. VLASSOFF. (1982), AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS (1992)

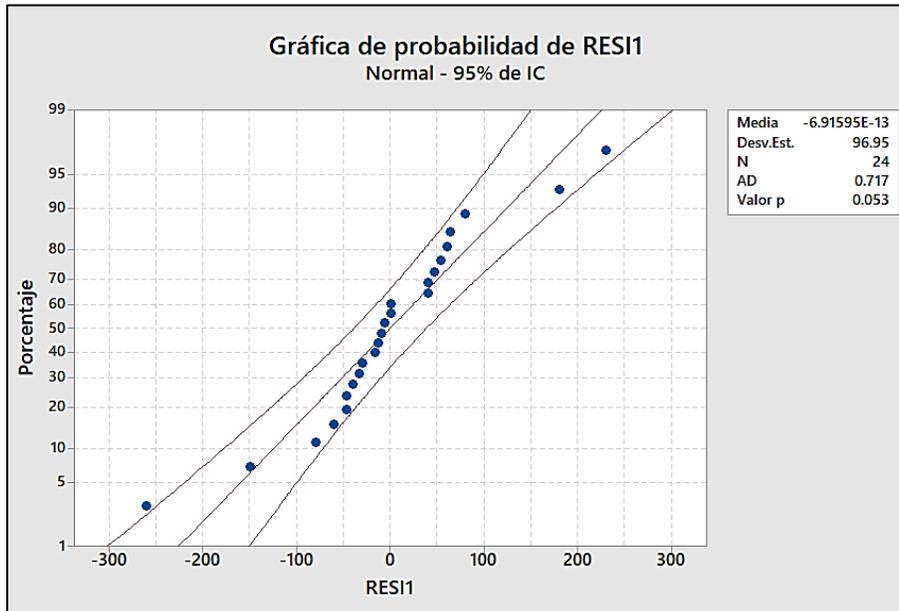
ANEXO 5. Prueba de Normalidad

Hipótesis Nula: H_0 : Los datos tienen una distribución normal.

Hipótesis Alternativa: H_1 : Los datos no tienen una distribución normal.

Figura 15.

Normalidad de datos – Coliformes Termotolerantes



Nota: A partir de la figura se determina los datos del parámetro coliformes termotolerantes presentan una distribución normal, ya que el valor de $P\text{-value} = 0.053 > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza la hipótesis nula

Conclusión: Con un nivel de significancia del 5% se concluye que los datos tienen una distribución normal.

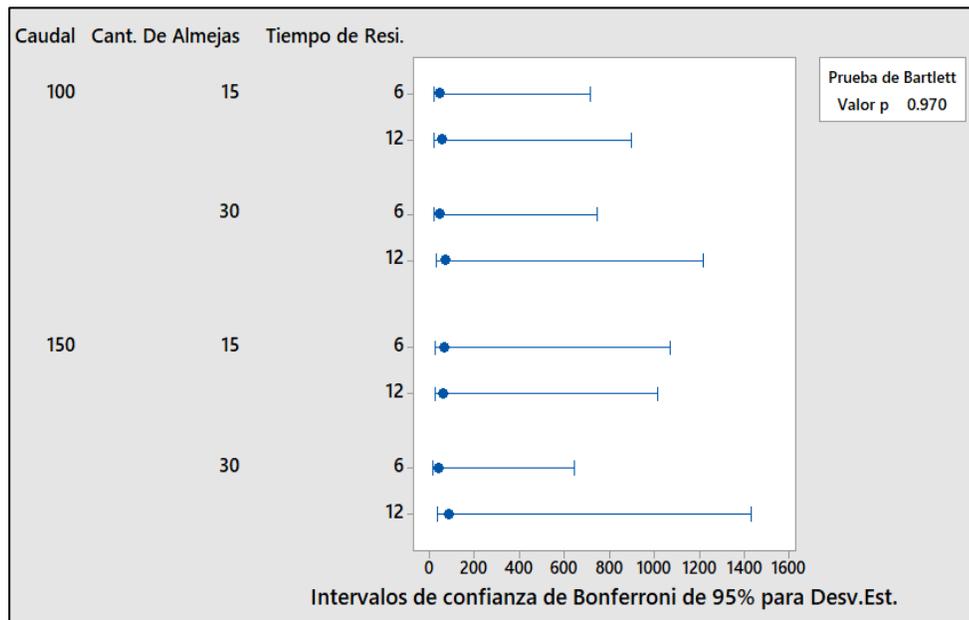
ANEXO 6. Prueba de Igualdad de Varianzas

Hipótesis Nula: H_0 : Las varianzas son iguales

Hipótesis Alternativa: H_1 : Al menos una varianza es diferente

Figura 16.

Prueba de igualdad de Varianzas (Prueba de Bartlett)



Nota: A partir de la figura se determina que las varianzas son iguales, ya que el P-value = 0.970 > 0.05 -> no se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: Con un nivel de significancia del 5% se concluye que las varianzas son iguales.

ANEXO 7. Prueba de Tukey de comparaciones en parejas

Se realizó la prueba Tukey para agrupar las medidas de los tratamientos en diferentes familias y poder compararlas entre sí para verificar si una de las muestras difiere mucho de las otras. Esta prueba aplica cuando los tratamientos tienen la misma cantidad de repeticiones y con el interés principal de conocer cómo se relacionan las medias de un grupo con otro. Para ello se plantea:

Si las medias comparten agrupaciones o letras entre sí, significa que sus medias son bastante parecidas y que no hay diferencia significativa entre tratamiento.

Tabla 11.

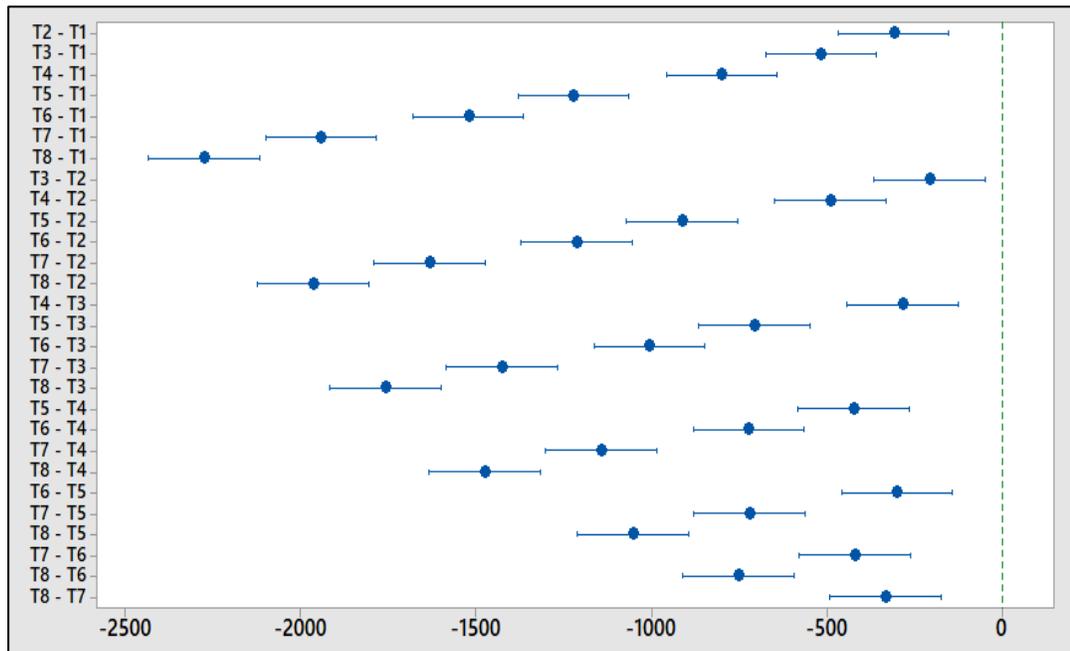
Prueba de comparación por parejas de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T1	3	3480.0	A
T2	3	3170.0	B
T3	3	2963.3	C
T4	3	2680.0	D
T5	3	2256.7	E
T6	3	1956.7	F
T7	3	1536.7	G
T8	3	1203.3	H

Nota: Se muestra los resultados de la prueba de comparación Tukey para evaluar la similitud de las medias entre los tratamientos aplicados con un nivel de confianza de 95%.

Fuente: Propia

Gráfico de diferencias de las medias para coliformes termotolerantes de los tratamientos.



Nota: La media los tratamientos son diferentes de 0, por lo que son significativos.

Según los resultados de la aplicación de la prueba de Tukey, se observa que:

Se entiende que las condiciones de cada comparación por parejas pertenecen a diferentes agrupaciones como A, B, C, D, E, F, G Y H respectivamente, lo que representa que existe diferencia significativa entre las medias, ya que estas no son iguales. Por lo tanto, se entiende que las condiciones sobre las cuales se llevó a cabo los factores combinados, favorecieron a la obtención de medias diferentes entre sí.

ANEXO 8. Ficha de Puntos de Identificación

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO			
Origen de la muestra:	Canal de Regadío de Las Salinas		
Clasificación del agua:	Cat. 3: Riego de vegetales y bebida de animales		
Nombre de la muestra:	Muestra Integrada		
IDENTIFICACION DEL PUNTO			
Código del punto:	CSAL-01		
Descripción del punto:	Canaleta de ingreso al prototipo de biofiltro		
Accesibilidad:	Av. Panamericana Norte Km. 77.5, se ingresa por una carretera trocha alterna, luego hay un desvío de entrada a la parte media del canal de regadío.		
Finalidad de la muestra:	Investigación		
Reconocimiento del Entorno:	Zona rural		
UBICACIÓN			
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	
Chancay	Huaral	Lima	
Localidad:	Sector de Las Salinas		
Coordenadas (WGS84):	Sistema de coordenadas:	<input checked="" type="checkbox"/> Proyección UTM <input type="checkbox"/> Geográficas	
Norte/Latitud:	8716155	Altitud: 35.4 msnm	
Este/Longitud:	254537	Zona: 18L	
FOTOGRAFIA			
			
Elaborado por: Daniela M. Villagómez Chacchi		Fecha: 15/08/19	

ANEXO 9. Instrumentos de validación



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR

GABRIEL HURTADO, DENIS

1.2. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA

PROJECT MANAGER - SHERQ PREVENTIVE ENGINEERING

1.3. ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR

INGENIERO QUÍMICO

1.4. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN

APLICACIÓN DE UN BIOFILTRO MEDIANTE ALMEJAS DE AGUA DULCE PARA LA REDUCCIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EL CANAL DE REGADÍO DE LAS SALINAS - CHANCAY

1.5.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

1.6. AUTOR DEL INSTRUMENTO:

DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X
PROMEDIO DE VALIDACIÓN														95%

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

(X) El instrumento puede ser aplicada tal como esta elaborado
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Lugar y Fecha: Lima, 22 de Abril del 2021


Firma del experto informante

DNI N° 10386980

Teléfono _____

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR REYNAGA ORTIZ DILTON ROBERTO
 1.2. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA SUPERVISOR SERVICIO BOCATOMA LA ATARJEJA - TECNISAN- SEDAPAL
 1.3. ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR INGENIERO QUÍMICO
 1.4. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN

- 1.5. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE UN BIOFILTRO MEDIANTE ALMEJAS DE AGUA DULCE PARA LA REDUCCIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EL CANAL DE REGADÍO DE LAS SALINAS - CHANCAY
 1.6. AUTOR DEL INSTRUMENTO: DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN														95%

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

- (X) El instrumento puede ser aplicada tal como esta elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Lima, 22 de Abril del 2021

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD



Firma del experto informante

DNI N° 9678976 Teléfono _____



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INAGAL - DA CON REGISTRO N° LE-056

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS CON REGISTRO TL - 658

INFORME DE ENSAYO N° 204762 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Dirección : Urb. Buenos Aires Mz. K, Lote 133, Huaral
 Solicitado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Referencia : Cotización N° 1227-18
 Proyecto : Monitoreo de Calidad de agua
 Procedencia : Canal de Regadío de Las Salinas - Chancay
 Muestreo Realizado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Cantidad de Muestra : 4
 Producto : Agua Natural
 Fecha de Recepción : 2020/10/20
 Fecha de Ensayo : 2020/10/20 al 2020/10/21
 Fecha de Emisión : 2020/10/21

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-01
Fecha de Muestreo	20/10/2020
Hora de Muestreo (h)	06:00
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo ACREDITADO ANTE EL IAS	Unidad	L.C.M.	Resultados
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	4.8E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, <*= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, *---* = No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-02
Fecha de Muestreo	20/10/2020
Hora de Muestreo (h)	06:10
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo ACREDITADO ANTE EL IAS	Unidad	L.C.M.	Resultados
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	3.48E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, <*= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, *---* = No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-021
Fecha de Muestreo	20/10/2020
Hora de Muestreo (h)	06:11
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo ACREDITADO ANTE EL IAS	Unidad	L.C.M.	Resultados
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	3.52E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, <*= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, *---* = No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 204762 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-022
Fecha de Muestreo	20/10/2020
Hora de Muestreo (h)	06:12
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	3.44E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, LD.M. = Limite de detección del método. "<" = Menor que el L.C.M. o LD.M. indicado. "..." = No Analizado.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 9221 E / 9221C, 22nd Ed 2012	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

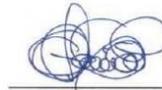
SHOLAS "Standard methods for the examination of Water and Wastewater" APHA AWWA, WEF 22nd Ed 2012



Merio Escarate L.
Jefe de Laboratorio de
Química Inorgánica
C.I.P. N° 161895



Sissy Alvarez M.
Jefe de Microbiología
C.B.P. N° 9928



Pedro Altamirano P.
Director Técnico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del Informe de ensayo, tamaño en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

- FIN DEL INFORME -

INFORME DE ENSAYO N° 205731 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Dirección : Urb. Buenos Aires Mz. K. Lote 133, Huaral
 Solicitado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Referencia : Cotización N° 1227-18
 Proyecto : Monitoreo de Calidad de agua
 Procedencia : Canal de Regadío de Las Salinas - Chancay
 Muestreo Realizado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Cantidad de Muestra : 4
 Producto : Agua Natural
 Fecha de Recepción : 2020/10/20
 Fecha de Ensayo : 2020/10/20 al 2020/10/21
 Fecha de Emisión : 2020/10/21

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-01	
Fecha de Muestreo		20/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		12:00	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	4.5E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "..." = No Analizado.

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-02	
Fecha de Muestreo		20/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		12:10	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	3.17E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "..." = No Analizado.

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-021	
Fecha de Muestreo		20/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		12:11	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	3.23E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "..." = No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 205731 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	204762-01		
Código de Cliente	CSAL-022		
Fecha de Muestreo	20/10/2020		
Hora de Muestreo (h)	12:12		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	3.11E+03

Legenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, LD.M. = Limite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o LD.M. indicado.

"---" = No Analizado.

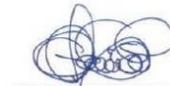
II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 3221 E / 9221C, 22nd Ed 2012	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

SIGLAS = SM Standard methods for the examination of Water and Wastewater/ APHA AWWA, WEF 22nd Ed 2012


Mario Escarate L.
Jefe de Laboratorio de
Química Inorgánica
C.B.P. N° 161895


Sissy Alvarez M.
Jefe de Microbiología
C.B.P. N° 9928


Pedro Altamirano P.
Director Técnico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del Informe de ensayo, tamaño en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

- FIN DEL INFORME -

INFORME DE ENSAYO N° 208341 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Dirección : Urb. Buenos Aires Mz. K. Lote 133, Huaral
 Solicitado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Referencia : Cotización N° 1227-18
 Proyecto : Monitoreo de Calidad de agua
 Procedencia : Canal de Regadío de Las Salinas - Chancay
 Muestreo Realizado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Cantidad de Muestra : 4
 Producto : Agua Natural
 Fecha de Recepción : 2020/10/20
 Fecha de Ensayo : 2020/10/20 al 2020/10/21
 Fecha de Emisión : 2020/10/21

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-01
Fecha de Muestreo	20/10/2020
Hora de Muestreo (h)	18:00
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	4.9E+03

Legenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "—" = No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-02
Fecha de Muestreo	20/10/2020
Hora de Muestreo (h)	18:10
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	2.95E+03

Legenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "—" = No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-021
Fecha de Muestreo	20/10/2020
Hora de Muestreo (h)	18:11
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	3.01E+03

Legenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "—" = No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 208341 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-022
Fecha de Muestreo	20/10/2020
Hora de Muestreo (h)	18:12
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	2.93E+03

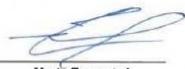
Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, LD.M. = Límite de detección del método. * = Menor que el L.C.M. o LD.M. indicado.

* = No Analizado.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 9221 E / 9221C, 22nd Ed 2012	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

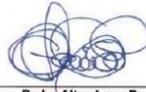
SIQSLAS *SM Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA AWWA, WEF 22nd Ed 2012



Mario Escarate L.
Jefe de Laboratorio de
Química Inorgánica
C.I.P. N° 161895



Sissy Alvarez M.
Jefe de Microbiología
C.B.P. N° 9928



Pedro Altamirano P.
Director Técnico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del Informe de ensayo, tamaño en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perechibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

- FIN DEL INFORME -

INFORME DE ENSAYO N° 208712 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Dirección : Urb. Buenos Aires Mz. K, Lote 133, Huaral
 Solicitado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Referencia : Cotización N° 1227-18
 Proyecto : Monitoreo de Calidad de agua
 Procedencia : Canal de Regadío de Las Salinas - Chancay
 Muestreo Realizado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Cantidad de Muestra : 4
 Producto : Agua Natural
 Fecha de Recepción : 2020/10/21
 Fecha de Ensayo : 2020/10/21 al 2020/10/22
 Fecha de Emisión : 2020/10/22

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones.

I. Resultados

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-01
Fecha de Muestreo	21/10/2020
Hora de Muestreo (h)	06:00
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	4.65E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<*" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "..." = No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-02
Fecha de Muestreo	21/10/2020
Hora de Muestreo (h)	06:10
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	2.67E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<*" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "..." = No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-021
Fecha de Muestreo	21/10/2020
Hora de Muestreo (h)	06:11
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	2.72E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<*" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "..." = No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 208712 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	204762-01		
Código de Cliente	CSAL-022		
Fecha de Muestreo	21/10/2020		
Hora de Muestreo (h)	06:12		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	2.65E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "—" = No Analizado.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 9221 E / 9221 C, 22nd Ed 2012	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

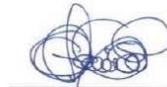
BIOLAB "SM Standard methods for the examination of Water and Wastewater" APHA AWWA, WEF 22nd Ed 2012



Mario Escarate L.
Jefe de Laboratorio de
Química Inorgánica
C.I.P. N° 161895



Sissy Alvarez M.
Jefe de Microbiología
C.B.P. N° 9928



Pedro Altamirano P.
Director Técnico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del Informe de ensayo, tamaño en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra

Está prohibida la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

- FIN DEL INFORME -

INFORME DE ENSAYO N° 209314 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Dirección : Urb. Buenos Aires Mz. K, Lote 133, Huaral
 Solicitado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Referencia : Cotización N° 1227-18
 Proyecto : Monitoreo de Calidad de agua
 Procedencia : Canal de Regadío de Las Salinas - Chancay
 Muestreo Realizado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Cantidad de Muestra : 4
 Producto : Agua Natural
 Fecha de Recepción : 2020/10/21
 Fecha de Ensayo : 2020/10/21 al 2020/10/22
 Fecha de Emisión : 2020/10/22

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-01
Fecha de Muestreo	21/10/2020
Hora de Muestreo (h)	18:00
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	4.85E+03

Legenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, <*> Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, *---* = No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-02
Fecha de Muestreo	21/10/2020
Hora de Muestreo (h)	18:10
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	2.25E+03

Legenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, <*> Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, *---* = No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01
Código de Cliente	CSAL-021
Fecha de Muestreo	21/10/2020
Hora de Muestreo (h)	18:11
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	2.31E+03

Legenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, <*> Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, *---* = No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 209314 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	204762-01		
Código de Cliente	CSAL-022		
Fecha de Muestreo	21/10/2020		
Hora de Muestreo (h)	18:12		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo Ensayo ACREDITADO ANTE EL IAS	Unidad	L.C.M.	Resultados
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	2.21E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, LD.M. = Límite de detección del método. "<" = Menor que el L.C.M. o LD.M. indicado.

"..." = No Analizado.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 3221 E / 3221 C, 22nd Ed 2012	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

SIGLAB = Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA AWWA, WEF 22nd Ed 2012



Mario Escarate L.
Jefe de Laboratorio de
Química Inorgánica
C.I.P. N° 161895



Sissy Alvarez M.
Jefe de Microbiología
C.B.P. N° 9928



Pedro Altamirano P.
Director Técnico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del Informe de ensayo, tamaño en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

- FIN DEL INFORME -

INFORME DE ENSAYO N° 209432 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Dirección : Urb. Buenos Aires Mz. K, Lote 133, Huaral
 Solicitado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Referencia : Cotización N° 1227-18
 Proyecto : Monitoreo de Calidad de agua
 Procedencia : Canal de Regadío de Las Salinas - Chancay
 Muestreo Realizado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Cantidad de Muestra : 4
 Producto : Agua Natural
 Fecha de Recepción : 2020/10/22
 Fecha de Ensayo : 2020/10/22 al 2020/10/23
 Fecha de Emisión : 2020/10/23

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones.

I. Resultados

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-01	
Fecha de Muestreo		22/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		06:00	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	4.72E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, <*= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, *---* = No Analizado.

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-02	
Fecha de Muestreo		22/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		06:10	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	1.94E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, <*= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, *---* = No Analizado.

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-021	
Fecha de Muestreo		22/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		06:11	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	2.02E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, <*= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, *---* = No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 209432 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	204762-01		
Código de Cliente	CSAL-022		
Fecha de Muestreo	22/10/2020		
Hora de Muestreo (h)	06:12		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	1.91E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método. <= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado.

-- = No Analizado.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 9221 E / 9221C, 22nd Ed 2012; Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure	

ISO 15843-2:2012 Standard methods for the examination of Water and Wastewater: APHA, AWWA, WEF 22nd Ed 2012



Mario Escarate L.
Jefe de Laboratorio de
Química Inorgánica
C.I.P. N° 161895



Sissy Alvarez M.
Jefe de Microbiología
C.B.P. N° 9928



Pedro Altamirano P.
Director Técnico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del Informe de ensayo, tamaño en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

- FIN DEL INFORME -

INFORME DE ENSAYO N° 209504 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Dirección : Urb. Buenos Aires Mz. K, Lote 133, Huaral
 Solicitado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Referencia : Cotización N° 1227-18
 Proyecto : Monitoreo de Calidad de agua
 Procedencia : Canal de Regadío de Las Salinas - Chancay
 Muestreo Realizado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Cantidad de Muestra : 4
 Producto : Agua Natural
 Fecha de Recepción : 2020/10/22
 Fecha de Ensayo : 2020/10/22 al 2020/10/23
 Fecha de Emisión : 2020/10/23

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-01	
Fecha de Muestreo		22/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		18:00	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	4.91E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "..."= No Analizado.

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-02	
Fecha de Muestreo		22/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		18:10	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	1.56E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "..."= No Analizado.

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-021	
Fecha de Muestreo		22/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		18:11	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	1.59E+03

Leyenda L.C.M. = Limite de cuantificación del método, L.D.M. = Limite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "..."= No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 209504 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	204762-01		
Código de Cliente	CSAL-022		
Fecha de Muestreo	22/10/2020		
Hora de Muestreo (h)	18:12		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	1.46E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, LD.M. = Límite de detección del método. "<=" Menor que el L.C.M. o LD.M. indicado.

"-"" = No Analizado.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 9221 E / 9221 C, 22nd Ed 2012	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

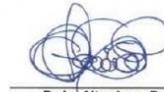
SIGLAS *SM Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA AWWA, WEF 22nd Ed 2012



Mario Escarate L.
Jefe de Laboratorio de
Química Inorgánica
C.I.P. N° 161995



Sissy Alvarez M.
Jefe de Microbiología
C.B.P. N° 9928



Pedro Altamirano P.
Director Técnico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del Informe de ensayo, tamaño en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perechibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

- FIN DEL INFORME -

INFORME DE ENSAYO N° 209513 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Dirección : Urb. Buenos Aires Mz. K, Lote 133, Huaral
 Solicitado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Referencia : Cotización N° 1227-18
 Proyecto : Monitoreo de Calidad de agua
 Procedencia : Canal de Regadío de Las Salinas - Chancay
 Muestreo Realizado Por : DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 Cantidad de Muestra : 4
 Producto : Agua Natural
 Fecha de Recepción : 2020/10/23
 Fecha de Ensayo : 2020/10/23 al 2020/10/24
 Fecha de Emisión : 2020/10/24

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	204762-01		
Código de Cliente	CSAL-01		
Fecha de Muestreo	23/10/2020		
Hora de Muestreo (h)	06:00		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	4.55E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "—"= No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01		
Código de Cliente	CSAL-02		
Fecha de Muestreo	23/10/2020		
Hora de Muestreo (h)	06:10		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	1.12E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "—"= No Analizado.

Código de Laboratorio	204762-01		
Código de Cliente	CSAL-021		
Fecha de Muestreo	23/10/2020		
Hora de Muestreo (h)	06:11		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	1.28E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "—"= No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 209513 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio		204762-01	
Código de Cliente		CSAL-022	
Fecha de Muestreo		23/10/2020	
Hora de Muestreo (h)		06:12	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo Ensayo ACREDITADO ANTE EL IAS	Unidad	L.C.M.	Resultados
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100mL	1.8	1.21E+03

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, LD.M. = Límite de detección del método. "<" = Menor que el L.C.M. o LD.M. indicado.

"..." = No Analizado.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 9221 E / 9221C, 22nd Ed 2012	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

SIGLAS: SM Standard methods for the examination of Water and Wastewater-APHA AWWA, WEF 22nd Ed 2012



Mario Escarate L.
Jefe de Laboratorio de
Química Inorgánica
C.I.P. N° 161895



Sissy Alvarez M.
Jefe de Microbiología
C.B.P. N° 9928



Pedro Altamirano P.
Director Técnico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del Informe de ensayo, tamaño en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

- FIN DEL INFORME -

ANEXO 11. Cadenas de Custodia

CADENA DE CUSTODIA				Agua	M.B.	CA	S.O.	Emi.	Otrs.	IE. N°: 204762	Pág.	de
DATOS DEL CLIENTE												
EMBAJADOR DE ENVIADO A												
PLAZA SOCIAL DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI												
CALLE URB. BUENOS AIRES HZ. K. LT. 133 - HUARAL												
TELÉFONO 970510316												
CORREO electrónico danielavillagomez44@gmail.com												
CATEGORÍA DE SERVIDOR Nº												
CATEGORÍA DE FACTURACIÓN Nº												
PLAZA SOCIAL DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI												
CALLE URB. BUENOS AIRES HZ. K. LT. 133 - HUARAL												
NOMBRE DEL PROYECTO HONDREO DE CALIDAD DE AGUA												
PROYECTO CANAL DE REGADÍO LAS SALINAS												
ANÁLISIS REQUERIDOS												
Número de muestras por punto de muestreo C.F.												
Muestre con una (X) en los indicadores inferiores, los análisis requeridos por cada muestra.												
Código de Cliente	Muestra		Método y Prefijo	Ubicación UTM								
CSAL-01	20/10/2020	06:00AM	A-IL-I	E:254537 N:8716155	X		X					
CSAL-02	20/10/2020	06:10AM	A-IL-I	E:254520 N:8716157	X							
CSAL-021	20/10/2020	06:11AM	A-IL-I	E:254520 N:8716157	X							
CSAL-022	20/10/2020	06:12AM	A-IL-I	E:254520 N:8716157	X		X					
<p>1. Información tomada por: Reserva de Muestra (R.M.) Matrón y Producto (M.P.) Estado (E.S.) Indicador (Ind.) Fecha (F.) Punto (P.) Medio (M.) Código de Agua (C.A.) Tipo (T.) País (P.) Act. (Act.) Clase (Cl.)</p> <p>2. Agua: Agua (A.) Superficial (S.) Subterránea (Sub.) de Mar (M.) de Llanura (L.) de Sierra (Si.) Agua Residual (A.R.) de Riego (R.) de Fertilizante (F.) de Industria (I.) de Minería (M.) de Consumo Humano (C.H.) de Pesca (P.)</p> <p>3. de Reserva (R.) de Muestra (M.) de Estado (E.S.) de Agua (A.) de Tipo (T.) de País (P.) de Medio (M.) de Código de Agua (C.A.) de Tipo (T.) de País (P.) de Act. (Act.) de Clase (Cl.)</p> <p>4. de Reserva (R.) de Muestra (M.) de Estado (E.S.) de Agua (A.) de Tipo (T.) de País (P.) de Medio (M.) de Código de Agua (C.A.) de Tipo (T.) de País (P.) de Act. (Act.) de Clase (Cl.)</p>												
MUESTRO REALIZADO POR			PLANIFICACIÓN DE MUESTREO			EQUIPO DE EQUIPOS UTILIZADOS			OBSERVACIONES			SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE
DANIELA VILLAGOMEZ CHACCHI												Manuel E. Bustamante C. Super. de Medio Ambiente
LABORATORIO: RECEPCIÓN DE MUESTRAS												
Fecha: 20-10-2020			Hora: 08:00			Origen de las muestras de las muestras:			Cliente:			
Condición de la Muestra:												
Firma: Gabriel J. Hache												

CADENA DE CUSTODIA

Agua M.S. C.A. S.O. Eml. Otro I.E. N°: 209314 Pág. de

DATOS DEL CLIENTE					C.F.
ENVIO IMPORTE DE ENVAYO A: DANIELA MLLAGNOS VILLABOHEZ CHACCHI DIRECCION: URB. BUENOS AIRES MZ. K. LT. 133 - HUARAL TELEFONO: 970510316 CONTACTO: daniela.villagomez.44@gmail.com PLAN SOCIAL: DANIELA MLLAGNOS VILLABOHEZ CHACCHI DIRECCION: URB. BUENOS AIRES MZ. K. LT. 133 - HUARAL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA CANAL DE REGADIO LAS SAUNAS					
Fecha	Codigo de Cliente	Muestra	Materia o Producto	Utilizacion UTM	
		Fecha (dd-mm)	Hora (hh-mm)		
	CSAL-01	21/10/2020	18:00 PM	A. R. J	E: 2545 37 N: 8716 157
	CSAL-02	21/10/2020	18:10 PM	A. R. J	E: 2545 20 N: 8716 157
	CSAL-D21	21/10/2020	18:11 PM	A. R. J	E: 2545 20 N: 8716 157
	CSAL-D22	21/10/2020	18:12 PM	A. R. J	E: 2545 20 N: 8716 157

ENVIO TEST SAC

21 OCT 2020

RECIBIDO

(A) Agua Natural (A. Superficial, A. Subterránea, A. de Mar, A. de Llanura y Ríos), Agua Residual (A.R.), A. M. Doméstica, A. R. Industrial, A. R. Municipal, Agua de Uso y Consumo Humano (A. de beber, A. de beber + A. Potable), Emulsionada de leche, A. de aguas termales, Agua de Pozos (A. de conducto o artesiano, A. de superficie para conducto, A. de salina, A. de salinidad, A. purificada, A. de mineral y mineralizada), Emulsionada (E.M.), Purificada (P.), Muestra Residual (R.), Agua (A.), Líquido (L.), Sólido (S.), Sólido (S.), Sólido (S.), Sólido (S.), Sólido (S.)

INFORMACION DEL MUESTREO
MUESTREO REALIZADO POR: DANIELA VILLABOHEZ CHACCHI PLANIFICACION DE MUESTREO: _____ EQUIPO DE EQUIPOS UTILIZADOS: _____ OBSERVACIONES: _____ SUPERVISOR/ REPRESENTANTE DEL CLIENTE: <i>Jose C. Quiroz Morales</i> Firma: <i>[Firma]</i>
LABORATORIO: RECEPCION DE MUESTRAS Fecha (dd-mm): 21-10-2020 Hora (hh-mm): 20:00 Organ de los envases de las muestras: _____ Cliente: _____ Condición de la Muestra: _____ Firma: <i>[Firma]</i>

Envirolab S.A.C. RUC 20922029608. Calle 8 Mz C lote 43 Urb. Prado Miraflores-Lima 2. Perú. Teléfono: (511) 542-3759 / 533-1528. RFC 969114649. E-mail: info@envirolab.com.pe / www.envirolab.com.pe

CADENA DE CUSTODIA

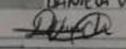
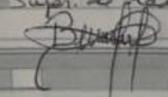
Agua M.S. C.A. S.O. Eml. Otro I.E. N°: 209432 Pág. de

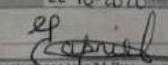
DATOS DEL CLIENTE						Ejemplar V. P. A. A.	ANÁLISIS REQUERIDOS
ENVÍAN INFORME DE ENVÍO A: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO RAZÓN SOCIAL: DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI DIRECCIÓN: URB. BUENOS AIRES M2.K, LT. 133 - HUARAL TELÉFONO: 970 510 316 FAX: danielavillagomez44@gmail.com CORREO ELECTRÓNICO: danielavillagomez44@gmail.com TIPO DE SERVICIO: CUSTODIA M. RAZÓN SOCIAL: DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI DIRECCIÓN: URB. BUENOS AIRES M2.K, LT. 133 - HUARAL ACTIVIDAD DEL PROYECTO: MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA PROCEDENCIA: CANAL DE REGADÍO LAS SAUNAS							
CP de Muestra	Código de Cliente	Muestra		Materia o Prefecto	Utilización UTM		
		Fecha (dd-mm-aa)	Hora (hh:mm)				
	CSAL-D1	22/10/2020	06:00 AM	A.R.I	E: 254534 N: 8716155	X	
	CSAL-D2	22/10/2020	06:10 AM	A.R.I	E: 254520 N: 8716157	X	
	CSAL-D21	22/10/2020	06:11 AM	A.R.I	E: 254520 N: 8716157	X	
	CSAL-D22	22/10/2020	06:12 AM	A.R.I	E: 254520 N: 8716157	X	

Incluir con una (X) en los recuadros inferiores, los análisis requeridos por cada muestra

ENVIÓ EST SAC
 22 OCT 2020
 RECIBIDO

1.- Información tomada por Transporte de Muestras. 2.- MATRIAL o PRODUCTO: Residuo Orgánico (R.O.), Plásticos (Plas.), Metales (Meta.), Plomo (Pb), PVC, MCR, Celdas de Alve (CA) (70-10), PA43 (PMVA), PIR, Scl, Cpl, Oble
 3.- Agua Natural (A. Natural), A. Subterránea, A. de Manantial, A. Terrenal, A. de Llave o Fuente, Agua Residual (AR) (A. R. Doméstica, A. R. Industrial, A. R. Municipal), Agua de Uso y Consumo Humano (A. de Ucho)
 4.- de Llave - A. Potable, Embebido, de Foco, A. de Laguna Artificial, Agua Dulce (A. de Mar, A. Salada, Salada), Agua de Frenada (A. de Crecida o Subterránea, A. de Aluvión para Cisterna, A. de Cisterna, A. de Inyección, A. por Fuelle
 5.- de Muestreo y manipulación, Embebido (Em.), (Pulverizado, etc.), 6.- Muestra Sólida (M.S.) (Sólido (Scl), Líquido (Liq.), Sólido (Scl))

CLIENTE	PLANO DE MUESTREO	ESQUEMA DE PUNTO DE MUESTREO	OBSERVACIONES	SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE
Nombre: DANIELA VILLAGOMEZ CHACCHI Firma: 				Nombre: <u>Hamel E. Bustamante C.</u> Cargo: <u>Supervisor de Muestra Asistente</u> Firma: 

LABORATORIO: RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
Fecha de Rec. (dd-mm-aa): Fecha (dd-mm-aa): 22-10-2020	Hora (hh:mm): Hora (hh:mm): 06:00	Lugar de la muestra de las muestras: Clave:	Condición de la Muestra:
Firma: 			

Envió EST S.A.C., RUC 2062305636, Calle 9 Mz. C lote 40 Urb. Panamericano - Lote 31 - Huaral, Central Telefónica (011) 522-3708 / 533-1528, RFC 960114648, E-mail: info@envirotest.com.pe / www.envirotest.com.pe

ADQUIRENTE O USUARIO

CADENA DE CUSTODIA Agua: M.S. C.A. S.O. Entl. Otro I.E. N°: 209504 Pág. d

DATOS DEL CLIENTE

RAZÓN SOCIAL: DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 DIRECCIÓN: URB. BUENOS AIRES 172 K, LT. 133 - HUARAL
 TELÉFONO: 970510316 EMAIL: danielavillagomez44@gmail.com

RAZÓN SOCIAL: DANIELA MILAGROS VILLAGOMEZ CHACCHI
 DIRECCIÓN: URB. BUENOS AIRES 172 K, LT. 133 - HUARAL
 INFORME DEL PROYECTO: MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA
 PROYECTO: CANAL DE REGADÍO LAS SALINAS

ANÁLISIS REQUERIDOS

Código de Cliente	Muestra	Muestra a Probarse	Utilización UTM	Indicar con una (X) en los recuadros inferiores, los análisis requeridos por cada muestra
CSAL-D1	22/10/2020 18:00 pm	A. P. J	C: 254520 N: 8716157	X
CSAL-D2	22/10/2020 18:10 pm	A. P. J	C: 254520 N: 8716157	X
CSAL-D21	22/10/2020 18:11 pm	A. P. J	C: 254520 N: 8716157	X
CSAL-D22	22/10/2020 18:12 pm	A. P. J	C: 254520 N: 8716157	X

ENVIOTEST SAC
22-OCT-2020
RECIBIDO

LABORATORIO DE MUESTREO

MUESTRO REALIZADO POR: DANIELA VILLAGOMEZ CHACCHI
 PLANEAMIENTO DE MUESTREO:
 EQUIPO DE EQUIPOS UTILIZADOS:
 OBSERVACIONES:
 SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE:
 Nombre: Kamel E. Bustamante C.
 Cargo: Supervisor Medio Ambiente
 Firma: *[Firma]*

LABORATORIO - RECEPCIÓN DE MUESTRAS

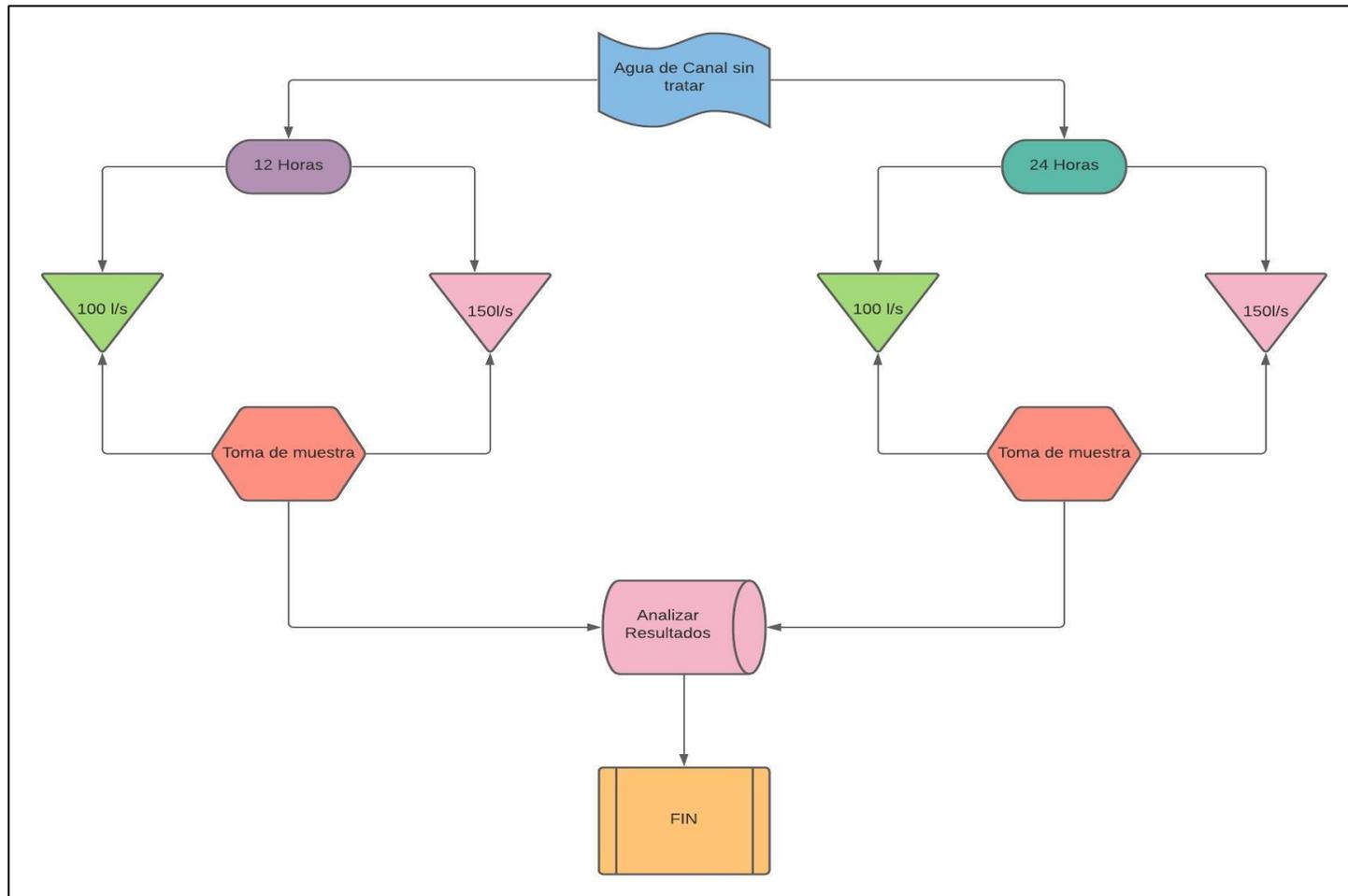
Recibido por: GABRIEL V. MUCKE
 Fecha (d-m-a): 22-10-2020 Hora (24 hrs): 20:00
 Cliente:
 Fecha: *[Firma]*

EnvioTest S.A.C. RUC 2052305608, Calle 8 Mz C lote 40 Urb. Panaterra, Huancayo - Perú. Teléfono: (511) 522-3759 / 533-1528, FPC 586114649, E-mail: info@envioest.com.pe / www.envioest.com.pe

ADQUIRENTE O USUARIO

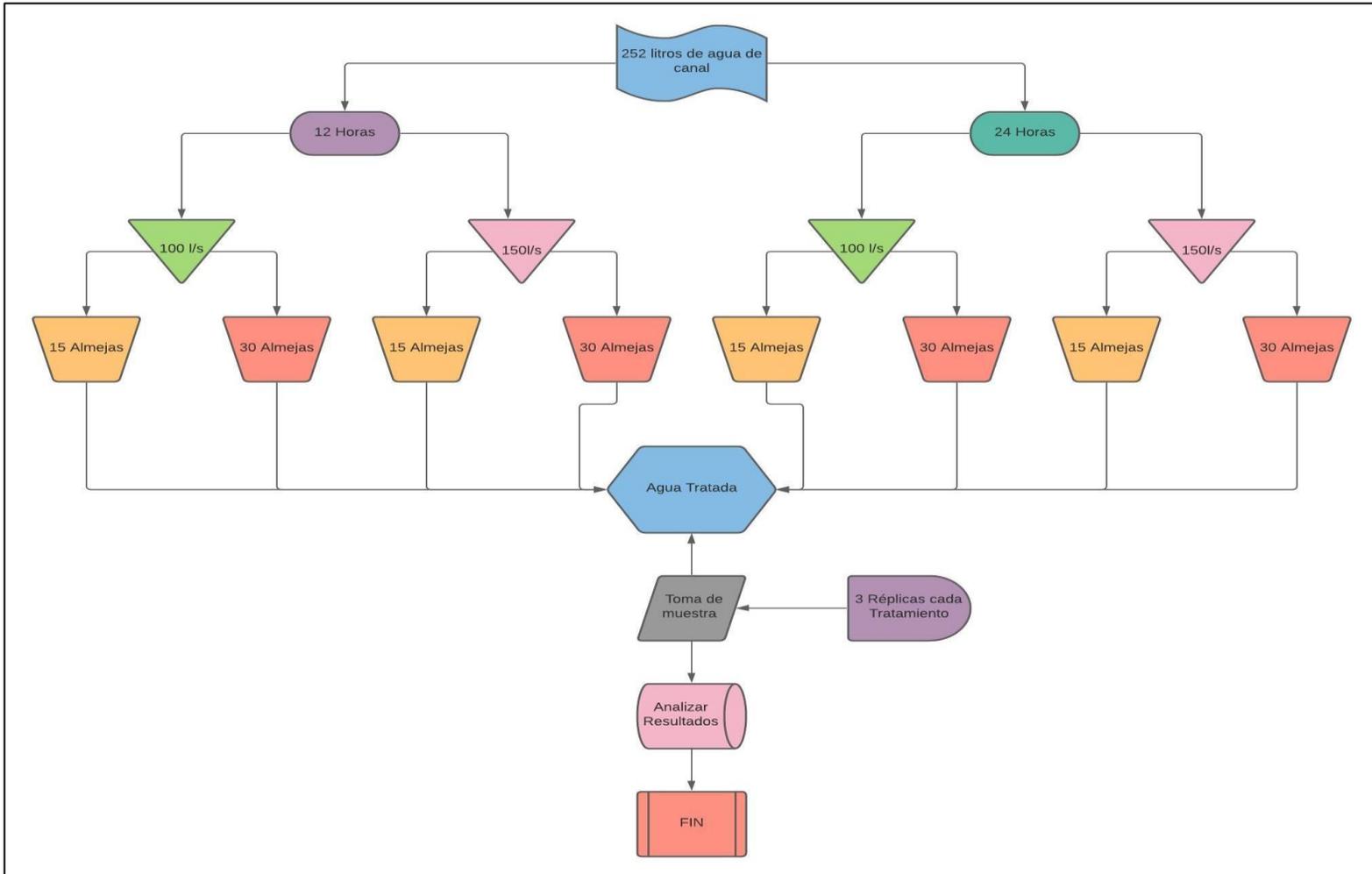
ANEXO 12. Ficha Técnica del Equipo

ANEXO 13. Diagrama de Flujo de Caracterización



Fuente: Propia

ANEXO 14. Diagrama de Flujo de Tratamiento del Biofiltro



Fuente: Propia