



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

**Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales
domésticas empleando semillas de níspero en la zona urbana de Coayllo –
Lima**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Luz Maribel Bolivar Sauñe

ASESOR:

Mgs. Fernando Antonio Sernaqué Auccahuasi

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA - PERU

2018 – II

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
(a) LUZ MARIBEL BOLIVAR SAUNE

cuyo título es: Remoción de Sólidos suspendidos y Materia Orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semillas de nispero en la zona urbana de Coayllo - Lima

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 13
(Número) TRECE (letras).

Lima.....11.....de...12... del 20....



Mg. Cesar Francisco Honores Balcazár

PRESIDENTE



Mg. Marco Antonio Herrera Díaz

SECRETARIO



Mg. Fernando Antonio Sernaqué Aucchuasi

VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

“La presente tesis se lo dedico primeramente a Dios por permitirme que sea posible la culminación de mi trabajo de investigación, a mis dos hijos Crhistiam, Jonnathan y a mi pareja Fernando Aliaga Carbajal quienes han estado a mi lado brindándome su cariño, apoyo incondicionalmente para cumplir con mis objetivos, gracias por su comprensión y paciencia durante mi formación profesional y por último a mi hermosa familia por ser parte de mi vida”.

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a Dios y en segundo lugar agradecer a la Universidad Cesar Vallejo a la carrera de Ingeniería ambiental a mi Asesor Mg. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi, por sus consejos y su apoyo incondicional para el desarrollo de la presente tesis.

Y finalmente un agradecimiento muy especial a mi compañero de estudios Wilzon Condori Alejandro por su respaldo y aliento para la culminación de mi tesis.

Declaratoria de autenticidad

Yo, Luz Maribel Bolívar Sauñe, como estudiante de la Facultad de Ingeniería Ambiental - Universidad Cesar Vallejo, identificada con DNI N° 20078303, código Universitario N° 6500031045, presenta la tesis titulada: “Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semillas de níspero en la zona urbana de Coayllo Lima”, declaro bajo juramento que toda las documentaciones, los datos, información u otros son veraces y auténticas. Por lo tanto, asumo la responsabilidad de alguna falsedad, ocultamiento u omisión de documentos sometiéndome a las normas establecidas por la Universidad Cesar Vallejo. establecidas.

San Juan de Lurigancho, 11 de diciembre del 2018.



Luz Maribel Bolivar Sauñe
DNI: 20078303

PRESENTACIÓN

Estimados miembros del Jurado me presento ante Ustedes y a su vez en cumplimiento de las normas establecidas y su Reglamento de la Universidad César Vallejo presento la tesis titulada: “Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semillas de níspero en la zona urbana de Coaylo – Lima”, cuyo objetivo fue evaluar la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica empleando semilla de níspero para tratar de aguas residuales domésticas, como un método efectivo de procesos de coagulación - floculación. La presente investigación consta de siete capítulos. En el primer capítulo se describe la problemática, para pasar luego a los estudios previos que sirvieron para adentrarnos a la complejidad de la remoción de turbiedad, DQO, DBO5 y SST. En el segundo capítulo se explica el método el cual consistió en la prueba de jarras principalmente, lo cual indica a su vez que fue un diseño experimental. En el tercer capítulo se indican los resultados los cuales demostraron altos porcentajes de remoción, pero en cuanto a efectividad se demostró mejores resultados para estándares de Categoría 3 según el D.S. N° 015-2015-MINAM. En el cuarto capítulo se explica las discusiones, haciendo una comparación con los trabajos previos y en el quinto las conclusiones, se explica brevemente lo logrado y el sustento, en el sexto capítulo se explican las recomendaciones.

Luz Maribel Bolívar Sauñe

Resumen

Actualmente la zona urbana de Coayllo no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, estas aguas son vertidas directamente al río Omas, sin ningún tratamiento, generando olores desagradables y río abajo son utilizados para riego de cultivos frutales, por ello el presente trabajo de investigación se ha considerado el proceso de coagulación, floculación y sedimentación siendo un tratamiento de agua muy importante que nos ha permitido remover los sólidos en suspensión y materia orgánica mediante el uso del coagulante natural extraído de las semillas del níspero.

Por lo cual consideramos el uso de floculantes naturales extraído de vegetales como una alternativa para el uso de tratamiento de aguas residuales domésticas que generan impacto negativo y afectuoso con el medio ambiente.

El objetivo de la investigación fue evaluar el uso del coagulante natural extraído de las semillas del níspero por el método del proceso de coagulación floculación y sedimentación para descontaminar las aguas residuales domésticas generadas en la zona urbana de Coayllo, para este método se ha utilizado aguas de forma natural extraída de los afluentes de la zona de estudio, posteriormente se ha utilizado ensayos de laboratorio por medio de proceso de test de jarras lo cual nos ha permitido definir la concentración y las velocidades de agitación rápida y lenta.

Los tratamientos que se evaluaron fueron a 2000 ppm hasta 7000 ppm a manera preliminar para luego escoger dos concentraciones, 3000 ppm y 4000 ppm, a velocidades de agitación rápida de 200 rpp y 300 rpp, velocidad de agitación lenta de 30 rpm, 45 rpm. Lo cual indicó que la turbidez final tuviera como porcentaje de remoción 99.29% con 4000 ppm. A raíz de ello se evaluaron los niveles de DBO, DQO y SST los cuales al ser comparados con los ECA, teniendo como resultados valores favorables en cuanto a la Categoría 3, para riego de vegetales y bebidas de animales.

Palabras claves: *Proceso de Coagulación floculación, coagulante natural, semillas de níspero.*

Abstract

Currently the urban area of Coayllo does not have a wastewater treatment plant, its wastewater is discharged directly into the Omas River, without any treatment, generating unpleasant odors and downstream these waters are used for irrigation of fruit crops, that is why the research work has been considered the process of coagulation, flocculation and sedimentation being a very important water treatment that has allowed us to remove the solids in suspension and organic matter by using the natural coagulant extracted from the seeds of the medlar

Therefore we consider the use of natural flocculants extracted from vegetables as an alternative for the use of domestic wastewater treatment that generate negative and affectionate impact with the environment.

The objective of the research was to evaluate the use of the natural coagulant extracted from the loquat seed by the coagulation - flocculation and sedimentation method to decontaminate the domestic wastewater generated in the urban area of Coayllo, for this method waters have been used Naturally extracted from the tributaries of the study area, later laboratory tests have been used by means of jar test process which has allowed us to define the concentration and the speeds of rapid and slow agitation.

The treatments that were evaluated were at 2000 ppm up to 7000 ppm in a preliminary way to then choose two concentrations, 3000 ppm and 4000n ppm, at fast agitation speeds 200 rpp and 300 rpp, slow agitation speed of 30 rpm, 45 rpm. This indicated that the final turbidity had 99.29% removal percentage with 4000 ppm. As a result, the levels of BOD, COD and SST were evaluated, which, when compared to the RCTs, resulted in favorable values in category 3, for vegetable irrigation and animal drink.

Keywords: Flocculation coagulation process, natural coagulant, medlar seeds.

Índice General

I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	16
1.2. TRABAJOS PREVIOS	17
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA	21
1.3.1. Teorías relacionadas a la variable dependiente.....	21
1.3.2. Temas asociados a la Variable Independiente.....	24
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	34
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	34
1.6. HIPÓTESIS	36
1.7. OBJETIVOS	37
II. MÉTODO	38
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	39
2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	39
2.4. TECNICAS, INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS OS.....	44
2.5. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE DATOS	45
IV. DISCUSIÓN	59
V. CONCLUSIONES	61
VI. RECOMENDACIONES	64
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	72

Índice de Figuras

Figura N° 1 Las formas más comunes de las partículas coloidales	25
Figura N° 2 Proceso de Coagulación – floculación a través de una adicción desestabilizante de partículas coloidales	26
Figura N° 3 Esquema del fenómeno de coagulación.....	27
Figura N° 4 Esquema detallado de cargas de los flóculos formados	29
Figura N° 5 Imagen del fruto del níspero.....	31
Figura N° 6 Localización del departamento de Lima, provincia de Cañete, Distrito de Coayllo	42
Figura N° 7 Imagen satelital de la localidad de Coayllo.....	43
Figura N° 8 Imagen satelital de la ubicación del efluente de las aguas residuales	46
Figura N° 9 Efluente de aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima	47
Figura N° 10 Fotografías que testimonian la toma de muestras y frascos rotulados empleadas en las muestras aguas residuales y semillas de níspero.....	47
Figura N° 11 Proceso de elaboración de coagulante solución en granulo semillas de níspero	48
Figura N° 12 Muestras de agua en su estado natural	49
Figura N° 13. Proceso de las semillas del níspero	50
Figura N° 14 Variación de remoción de turbidez a distintas concentraciones empleando semillas de níspero	53
Figura N° 15. Concetración de Semilas de níspero a 4000 ppm a diferentes velocidades de agitación.....	57
Figura N° 16 Toma de muestras de las aguas residuales domésticas generadas en la zona urbana de Coayllo	95
Figura N° 17 Toma de muestra de coagulante natural semillas de níspero.....	95
Figura N° 18 Pelado y uso del Mortero de la semilla de níspero	96
Figura N° 19 Pesado del polvo semillas de níspero	96
Figura N° 20 Preparación de la solución de la semilla de níspero.....	97
Figura N° 21 Toma de Muestra del pH.....	97
Figura N° 22 Toma de muestra de la turbidez.....	98
Figura N° 23 Término de la prueba de jarras	98

Índice de Tablas

Tabla N° 1 Consecuencias de las aguas residuales	22
Tabla N° 2 Características de un agua residual doméstico típica	23
Tabla N° 3 Taxonomía del Níspero	31
Tabla N° 4 Composición nutricional del níspero	32
Tabla N° 5 Operacionalización de variables.....	41
Tabla N° 6 Población del distrito de Coayllo según sexo - año 2007	42
Tabla N° 7 Equipos e instrumentos de recolección de datos.....	44
Tabla N° 8 Parámetros iniciales de las aguas residuales.....	52
Tabla N° 9 Variación de diferentes concentraciones empleando semilla de níspero	53
Tabla N° 11 Variación de turbidez a una concentración de 3000 ppm con diferentes velocidades de agitación	54
Tabla N° 12. Concentración de semillas de níspero a 4000 ppm con diferentes velocidades de agitación.....	56

Índice de Anexos

Anexo N°1 Formato Etiquetados para las muestras de aguas residuales domésticas y coagulante natural.....	73
Anexo N° 2 Ficha de Observación datos de campo aguas residuales	74
Anexo N° 3 Croquis de la zona de estudio	75
Anexo N° 4 Matriz de consistencia.....	76
Anexo N° 5 Resultados de Laboratorio	77
Anexo N° 6 Certificado de Acreditación INACAL Laboratorio de Ensayo.....	79
Anexo N° 7 Certificados de Calibración de equipos e instrumentos de laboratorio	80
Anexo N° 8 Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA) (D.S. N°015-2015-MINAM)	88
Anexo N° 9 Panel fotográfico	95

GENERALIDADES

Título:

“Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semilla de níspero en la zona urbana de Coaylo - Lima”.

Autor:

Luz Maribel Bolívar Sauñe

Asesor:

Mg. Fernando Antonio Sernaqué Aucchuasi

Tipo de Investigación:

Diseño Experimental

Línea de investigación:

Calidad y Gestión de Recursos Humanos

Zona de estudio:

La remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica empleando semilla de níspero se realizó con muestras extraídas de las descargas de las aguas residuales domésticas generadas en la zona urbana de Coaylo, distrito de Cañete – Provincial de Cañete, Departamento de Lima.

I. INTRODUCCIÓN

Lo que motivo a desarrollar la presente investigación en la zona urbana de Coayllo, es el gran problema que viene generando el vertimiento de las aguas residuales domesticas sin ser tratadas son vertidas directamente al río Omas y aguas abajo son utilizadas para riegos de cultivos frutales generando grande contaminación.

Una nueva alternativa que han adoptado los países en desarrollo es la utilización de nuevas tecnologías como el uso de coagulantes extraídos de plantas naturales como un bien para tratar aguas residuales y así poder bajar la turbidez y color del agua (Garcia, 2011, p.11).

La presente investigación tiene por finalidad evaluar la utilización del coagulante natural extraído de las semillas del níspero para tratar aguas residuales domesticas generadas en la zona urbana de Coayllo, mediante el tratamiento de jarras por medio del proceso de coagulación floculación y sedimentación, generando una nueva alternativas para poder reducir la turbidez, remover solidos suspendidos totales y materia orgánica.

En la cuanto a la metodología el diseño es experimental exploratorio se ha utilizado dos tratamientos uno con agua natural extraída directamente de la zona de estudio y el otro tratamiento empleando semillas de níspero.

La presente investigación nos ha pedo conocer qué luego del tratamiento con el floculante empleando semillas de níspero se baje los contaminantes parámetros físicos químicos permitiendo su reusó para riego de cultivos frutales y así poder contribuir con el medio ambiente.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La localidad de Coayllo, actualmente presenta una gran preocupación debido a que no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, siendo que los efluentes domésticos son colectados mediante el alcantarillado en un pozo percolador, para luego ser vertidos directamente al río Omas, generando olores desagradables, ocasionando un alto grado de contaminación ambiental. Estas aguas, río abajo, son utilizadas para riego de cultivo de especies frutales, en su mayoría, originando un riesgo para la salud y el medio ambiente.

De acuerdo a lo mencionado por Nougode, E. et, al. (2013), el agua es un recurso natural precioso y esencial, distribuido de forma desigual en nuestro planeta. El 2.5% representa al agua dulce. Cerca el 70% de esta cantidad de agua dulce este atrapado bajo capas de hielo o se diseminan en forma de humedad o vapor. Aproximadamente el 0,007% de las aguas del planeta es de fácil acceso para varios usos.

Para Ramírez y Jaramillo (2015), la falta de agua en nuestro país representa cada día un problema, por lo que es necesario encontrar nuevas alternativas para mejorar la calidad del agua, por lo tanto, se puede considerar los coagulantes provenientes de fuentes naturales, que por métodos de procesos de coagulación y floculación y sedimentación nos permita remover las partículas en suspensión, para poder tratarlas se pueden emplear materia prima extraída de la naturaleza sin ningún proceso y a bajo costo.

Según ANA (2016), el inadecuado manejo de las aguas residuales vertidas sin ningún tratamiento en los mares, ríos y lagos suelen contaminarse con altas concentraciones de bacterias, virus y parásitos que se propagan en el medio ambiente a través de las heces, produciendo olores desagradables acumulando grandes cantidades de materia orgánica, generando un riesgo para la salud que causan enfermedades diarreicas, parasitarias, tifoideas, entre otras.

Actualmente, existen normas que establecen los rangos máximos permisibles de contaminación que deberían asegurar que las aguas residuales evacuadas a los cuerpos receptores no afecten gravemente los ríos, mares y lagos, y como consecuencia la salud de la población y el medio ambiente. salud de la población y el medio ambiente

Es así que las aguas residuales emitidas en la localidad de Coayllo necesitan de algún tratamiento, por ello se busca realizar un método eficiente y rentable el cual con la finalidad de poder disminuir los contaminantes presentes. Un tratamiento adecuado, nos permitiría la disminución de parámetros físicos y biológicos, mejorar la calidad ambiental y de la misma manera posibilitar la reutilización del recurso para el riego de los cultivos de la localidad.

El objetivo principal es evaluar la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica para poder tratar aguas residuales domésticas empleando semillas de níspero en la zona urbana de Coayllo – Lima.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

La presente tesis tiene los siguientes antecedentes que a continuación se detalla:

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Según **Arias, A. et, al. (2016)**: Analiza la eficiencia de la semilla del árbol M. Oleífera, mediante un proceso de coagulación, floculación y test de jarra aplicando dosis de coagulante floculante natural que se obtuvo de las semillas de Oleífera extrayendo el polvo, para de esta manera realizar un tratamiento del efluente de las aguas residuales de una central de Sacrificio, se analizaron ensayos del DBO, DQO, sólidos suspendidos totales (SST), coliformes totales y fecales, antes y después de cada tratamiento. Por lo tanto se concluye que con una dosis de 7500 mg/l y una concentración de 5%, se pudo obtener una eficiente remoción de color y turbidez del 87% y 80%, donde podemos indicar que existe nuevas evidencias

sobre la ventaja de usar polvo de semillas de *M. Oleífera* para mejorar las características de las aguas residuales y su uso se puede aplicar directamente en una planta de tratamiento sin necesidad de corregir pH del agua durante el proceso de coagulación – floculación.

Indica **Duarte, D.; Hernandez, L. (2015)** Evaluó la eficiencia de dos coagulantes químicos, el policloruro de aluminio y a su vez el sulfato de aluminio y por otra parte dos coagulantes naturales moringa oleífera y cardón guajiro, con la finalidad de darles una utilidad para la remoción de nutrientes y sedimentos del efluente que pertenece a la planta. Los ensayos se realizaron con muestras de aguas del río Cesar procedentes del tratamiento de las aguas residuales, los resultados demostraron que el sulfato de aluminio es un coagulante que remueve más del 80% de los parámetros de DQO, DBO y algas biológicas. El poli-cloruro de aluminio resulta eficiente para reducir la turbidez y los sólidos sedimentables totales (SST) en un 92%.

Según **Olivero Verbel, Rafael, et al. (2015)**: El objetivo principal fue evaluar la eficiencia del coagulante natural mucilago extraído del nopal (*Opuntia ficus*), para el proceso de clarificación de agua del río Magdalena. La metodología empleada fue un diseño experimental, utilizando el tratamiento prueba de jarras, en distintas concentraciones y diferentes velocidades de agitación no alterando su pH, evaluando así la turbidez, color, sólidos en suspensión (mg/L), y la conductividad eléctrica del agua a tratada. Aplicando el 20% del coagulante natural mucilago de nopal a velocidad de 200 rpm, se reduce la turbidez a 2 NTU, hasta el 50 % siendo la más efectivas 96 y 98 %, Lográndose reducir el color del agua a 0 UPC, y el contenido de sólidos disueltos hasta valores menores a 200 mg/l. Concluyendo que es eficiente el polvo de la tuna ante el sulfato de aluminio como coagulante.

Indica **Feria, J., Bermúdez, S, y Estrada A. (2014)**. Como objetivo principal demostrar la eficacia de la semilla de *M. Oleífera* la que actúa como coagulante natural en las aguas provenientes del río Sinú, la metodología que utilizaron los autores fue una investigación experimental exploratoria, aplicándose el método de

precipitación mediante jarras sirve para la obtención de una dosis óptima. Mediante la mezcla rápida por un proceso centrífugo a 200 RPM por un tiempo de 01 minuto, y la mezcla lenta fue mediante un proceso centrífugo de 40 RPM por el tiempo de 20 minutos, procediendo luego a la sedimentación por el tiempo de 30 minutos. Se concluyendo que para la turbiedad de 200 UNT y 300 UNT el coagulante natural utilizado tiene la misma eficiencia que el sulfato de aluminio, así mismo se observó que el pH y la alcalinidad del agua a tratar con el coagulante natural no tuvo ninguna variación, así mismo cuando se utiliza el sulfato de aluminio se debe aplicar otras sustancias para estabilizar el pH del agua, utilizando coagulantes naturales disminuiría los costos está demostrado la efectividad en la remoción de la turbiedad, así mismos estos coagulantes son biodegradables y no es necesario la adición de sustancias químicas e incluso en otros estudios se ha demostrado que los lodos se pueden utilizar como abonos de plantas.

Para **Gómez, (2012)**: realizó una investigación para tratar reducir los contaminantes de lixiviados de un relleno sanitario con la utilización de coagulantes. Para realizar este propósito se tomó los lixiviados de una laguna de Corregimiento de Presidente, el cual tiene una combinación de lixiviados viejos y nuevos. De esta concentración se destinó en parte para riego durante quince días, observándose de esta manera efectos negativos a corto plazo. La otra parte del lixiviado se destinó por medio de pruebas de jarras, con una concentración del coagulante a 5%, y volúmenes de lixiviado de 400 mililitros, con un tiempo de mezcla con duración rápida y lenta de 1 y 5 minutos, tiempo de sedimentación de 1 hora con 3 dosis de coagulante de 1500 2500 y 3500 mg/l, dando como resultado que la última dosis indicada tiene mayor poder de remoción de color, en base a lo notado en el procedimiento.

Según **Villona, Paz, & Martinez (2013)**, la utilización de la tuna a manera de coagulante natural es una práctica muy extendida en comunidades rurales colombianas. El propósito principal de la tesis elaborada por el autor se trató de evaluar el poder coagulante de la tuna, entonces se analizó tres dosis distintas para observar el pH, color y la turbidez del agua de muestra tratada. Los resultados demostraron niveles de remoción de 50% en cuanto al color, 70% en cuanto a

remoción de turbidez de aguas crudas con alta turbidez inicial, lo cual no ha sido alterado su pH.

Para **Rodiño, Feria, Paternina y Marrugo, (2014)**, evaluaron tres especies distintas de coagulantes naturales, es decir: *Hylocereus triangularis*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleífera*, los cuales tuvieron no tan aceptables remociones porque lograron niveles de turbidez que casi cumplen con la normativa de calidad de agua potable de Colombia (la cual tiene como valor máximo admisible de 2 NTU). Por el contrario cuando se agregan coagulantes químicos como las sales de hierro y aluminio. La semilla de *Moringa* demostró ser mucho más eficiente en: 4 NTU, seguido por el extracto de cactus y para finalizar la corteza de moringa. Por otro lado se encontró que elevando los niveles de cantidad de concentración de coagulante no demuestran mayor efectividad en cuanto a remoción de turbidez del río, para los extractos de coagulantes de *Hylocereus triangularis* y corteza de moringa oleífera mostraron un aumento de la turbidez.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Según **Bravo, M.; Gutiérrez, J. (2016)**: identificaron como objetivo principal la utilización del floculante extraído de semillas *Caesalpinia spinosa* (tara), la metodología utilizada fue una investigación experimental donde se evaluó el coagulante natural. La muestra utilizada proviene de las aguas del río El Pollo, se determinó remover los sólidos suspendidos y materia orgánica, con el polvo *Caesalpinia spinosa* (Tara), en diferentes concentraciones por medio del método de test de jarras, el cual pudo definir las velocidades de agitación y la concentración de floculante, los resultados obtenidos evidencian que la turbidez de 42,6 NTU, disminuyó a 8,92 NTU, remoción utilizada fue mayor a 3000 ppm, con una agitación rápida menor a 200 rpm por de 1,5 minutos, a una velocidad de agitación lenta superior a 45 rpm, de 25 minutos. Los porcentajes elevados de la remoción de la remoción de demanda química de oxígeno de 38% desde 821mg/l para llegar a 34mg/l, a una coagulación floculante de 3000 ppm, con una agitación elevada a

300 rpm, a lo largo 1,5 min, velocidad que es de agitación lenta mayor de 45 rpm a lo largo de 25 min., ejecutados a un pH de 7 (neutro).

Para **Broncano, L.; Cacha, R. (2017)**: Identificaron como objetivo principal eliminar contaminantes presentes de las aguas superficiales para consumo humano, mediante una investigación experimental se determinó la eficiencia que tiene el polvo del almidón del plátano y la cascara de papa, las cuales se han sometido cambios físicos usando operaciones como secado, triturado, tamizado y extracción para poder remover turbiedad, sólidos totales y el olor, las muestras de las agua fueron tomadas del río Llultán, Después de extraer el almidón de la mashua y la cascara de papa en polvo se realizaron ensayos de coagulación, floculación y test de jarra por dos meses cada 15 días, los resultados obtenidos concluyeron que el almidón de mashua y la cascara de papa solo existió la remoción de la turbiedad, en cambio los sólidos disueltos totales con el coagulante natural aumentaron el tamaño del floc, comparándose con las medidas finales de turbidez y sólidos disueltos con los límites máximos permisibles del Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, donde se pudo concluir que es favorable la remoción de la turbidez en porcentajes significativas, utilizando pequeña dosis del coagulante natural almidón de la mashua y cáscara de papa.

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Teorías relacionadas a la variable dependiente

a) Aguas residuales

Según Orozco. C. et, al. (2011) “Se entiende por aguas residuales aquellas aguas que son alteradas en su composición que contienen una gran cantidad de sustancias y microorganismos se encuentran sucias y contaminadas conteniendo materia orgánicas, residuos, detergentes, entre otros, que conlleva una pérdida de calidad, se considera aguas residuales domésticas a los líquidos provenientes de las viviendas, residenciales, comerciales, etc., también se acostumbra denominar a las aguas residuales aguas negras o

aguas cloacales que transportan excremento humanos y orinas, las aguas no tratadas y vertidas directamente presentan una amenaza para los seres vivos y al medio ambiente ya que producen una alteración de las características del medio natural, donde se producen las descargas”.

Para Romero, J. (2010), las aguas residuales son las aguas usadas transportadas por medio de un sistema de tratamiento de alcantarillado, y son tratadas por medio de plantas de tratamiento de agua que son residuales, toda agua que es residual incluye de alguna forma la calidad del agua, del origen o cuerpo de un receptor, hace muchos años se ha planteado la posibilidad de reutilizarla en diversas actividades humanas, considerando el tipo de tratamiento y el nivel de depuración según su uso y aplicación destinada.

En la siguiente tabla se presenta en forma muy breve las consecuencias más notables de los principales agentes nocivos de las aguas que son residuales.

Tabla N° 1 Consecuencias de las aguas residuales

CONTAMINANTES	EFECTOS
Materia orgánica biodegradable	Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables.
Materia suspendida	Deposición de los lechos de los ríos, si es orgánica se descompone y flota mediante el empuje de los gases; cubre el fondo e interfiere con la producción de los peces o trastorna la cadena alimenticia.
Sustancias corrosivas, cianuros, metales, fenoles.	Extinción de peces y vida acuáticas destrucción de bacterias interrupción de la autpurificación.
Microorganismos patógenos.	Las aguas residuales domésticas pueden transformar organismos patógenos.
Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color, olor.	El incremento de temperatura afecta a los peses; el color, olor y turbiedad hacen estéticamente inaceptable el agua para uso público.
Sustancias o factores que trastornan el equilibrio ecológico.	Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas, las cuales altera el ecosistema acuático, causan olores, etc.
Constituyentes minerales.	Aumentan la dureza, limitan los usos industriales sin tratamiento especial, incrementan el contenido de sólidos disueltos a niveles perjudiciales para los peces o la vegetación, contribuyen a la eutrofización del agua.

Fuentes: Romero, J. (2010)

b) Características de las aguas residuales

Según Romero J. (2010), Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica, toda la caracterización o determinación de aguas que son residuales involucra un programa que es muestreo y un estudio de laboratorio de aprobación a normas que son estándar y que a su vez aseguran precisión y también exactitud en los resultados y dependiendo de su propósito específico, los parámetros de contaminación tienen que evaluarse en los laboratorios especializados.

Tabla N° 2 Características de un agua residual doméstico típica

Parámetro	Magnitud
DBO	200 mg/L
DQO	400 mg/L
Sólidos suspendidos totales	200 mg/L
Sólidos suspendidos volátiles	150 mg/L
Nitrógeno amoniacal	30 mg/L-N
Ortofosfatos	10 mg/L-P

Fuente: Romero J. (2010)

c) Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales. posee como objetivo principal evitar la contaminación de las aguas receptoras, eliminar material contaminantes tanto orgánico e inorgánico, encontrándose en forma de partículas suspendidas o disueltas, integrándose los procesos físicos, químicos o biológicos que pueden ser aplicados dependiendo de las características del agua residual, con la finalidad de cumplir con las normativas de calidad ambiental vigentes, según su disposición, para su posible reutilización.

Según Pérez y Camacho (2011), indican que para tratar aguas residuales depende de los límites de vertimiento para el efluente, debiéndose tener en cuenta a una serie los métodos químicos, físicos, y biológicos que están dirigidos a eliminar los contaminantes en el agua. Estos procesos se dividen en tres etapas tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento

terciario. El fin del tratamiento de las AR., es producir agua limpia o reutilizable en el medio ambiente y un residuo sólido o lodo apto para su eliminación o desecho.

d) Estándares de calidad ambiental del agua

En el año 2018 fueron aprobados los ECA para aguas (mediante el D.S, N° 002-2018-MINAM), con la finalidad de instaurar el nivel de contaminantes que se encuentren en el agua y componentes básicos de los ecosistemas acuáticos que no son riesgos para la salud del ser humano y el ambiente. En diciembre del 2015, se efectuó un cambio en los parámetros de los ECA para aguas que fueron emitidos por D.S. N° 002-2018-MINAM, poniéndose vigente con el D.S. N° 015-2015-MINAM.

1.3.2. Temas asociados a la Variable Independiente

a) Coagulantes naturales

Según Martín, *et. Al*, (2013). Indica que los coagulantes naturales son sustancias solubles en agua de origen vegetal o animal que actúan de modo similar a los coagulantes sintéticos, aglomerando las partículas en suspensión que contiene el agua cruda, facilitando su sedimentación, algunos poseen propiedades antimicrobianas. Su origen natural, garantiza la inocuidad para el ser humano y la biodegradabilidad de los producidos, permitiendo su utilización en la agricultura.

b) Los Coloides

Según Baes, L. (2012): señala que los coloides son suspensiones de partículas en un medio molecular, cuyas dimensiones están en el intervalo de 1 a 1000 milicrones tienen un tamaño intermedio entre las partículas de solución verdadera y las partículas en suspensión, son estables de forma que son posibles su precipitación de forma natural.

Los sistemas coloidales se pueden dividir principalmente en moleculares y no moleculares hidrofílicos e hidrofóbicos diuturnos y caducos, orgánicos e

inorgánicos. Para el tratamiento de las aguas lo más importante son los coloides hidrofóbicos que demuestran una atracción menor donde absorben una película de agua en su superficie, haciendo muy importantes las propiedades de las superficies muy importante, las propiedades de la superficie de las partículas en estos sistemas coloidales hidrófobos.

c) Forma de los coloides.

Para Arboleda, V. (2011): La forma de los coloides tiene relación directa con sus propiedades, algunos los clasifican en isométricas y anisométricas. Las primeras son las que tienen una dimensión igual en todas direcciones (esferas, poliedros); las segundas son las que se extienden preferentemente en una o dos dimensiones tales como cilindros, láminas, cintas, etc.

En la siguiente figura se muestra las formas más comunes de coloides

Figura N° 1 Las formas más comunes de las partículas coloidales



Fuente: Arbolea 2011

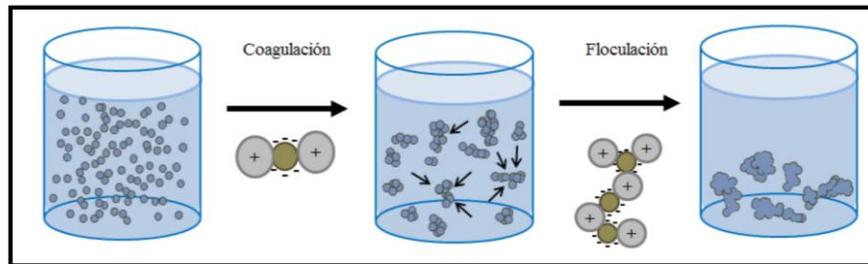
En un líquido turbulento, las formas filamentosas o cilíndricas tienen más oportunidad de contacto que las formas esféricas o poliédricas, lo cual influye en la posibilidad de aglutinación de las partículas.

d) Coagulación y floculación

El proceso de coagulación y floculación es el método más importante para la remoción de partículas coloidales suspendidas (80 a 90%) del agua.

(Ojeda L, 2012), tiene el objetivo de remover las partículas (sólidos en suspensión y los coloides), para este procedimiento de coagulación se procede mediante la desestabilización de la floculación y la suspensión coloidal generando cambios en el transporte de sólidos en suspensión, de esta manera evita que las partículas se conglomeren. (López, 2015). Además de reducir la turbidez del agua, la coagulación parcialmente remueve el color, bacterias (80 a 90%) 80 a 90%) y virus (Ojeda L, 2012).

Figura N° 2 Proceso de Coagulación – floculación a través de una adicción desestabilizante de partículas coloidales

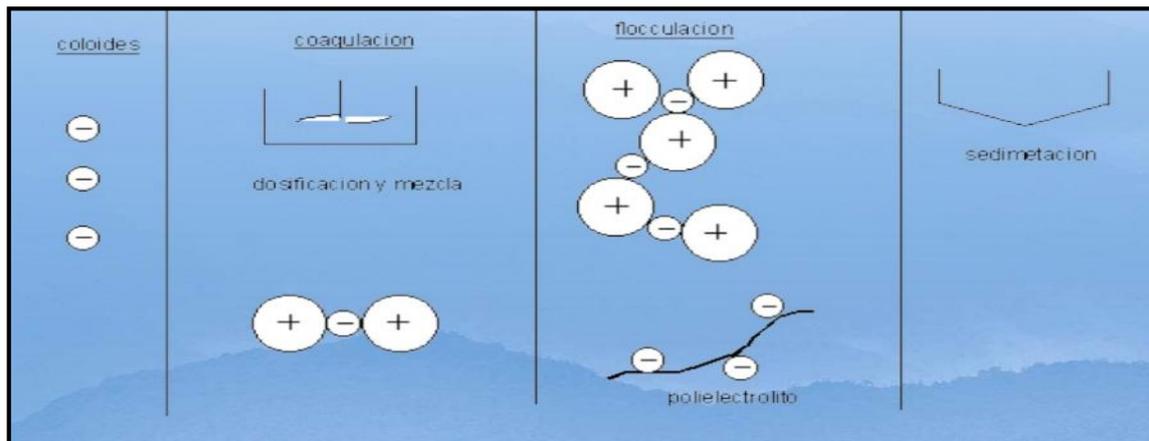


e) Coagulación

Según Aguilar, *et al.* (2002), Es la desestabilización de partículas coloidales, el principal proceso para tratar aguas, por medio de la separación de partículas, debido a su pequeño tamaño permanecen en suspensión, formando de mayor tamaño para así facilitar la separación de las partículas mediante sedimentación.

Para Apaza, H. (2013) indicó que la coagulación es aquel proceso en el que se desestabiliza las partículas y de esta forma se aminoran las fuerzas entre ellas de alejamiento, a causa de aquellas reacciones, las cuales ocurren en el momento de añadir un coagulante creando de esta manera productos que no son solubles. El coagulante que se echa en el agua tiene que ser capaz de neutralizar aquella carga que son de los coloides, los cuales normalmente son electronogativos, y originar de esta manera precipitados.

Figura N° 3 Esquema del fenómeno de coagulación



Fuente: Catillo, J y Gómez, G. 2011

El proceso de coagulación depende mucho de las fuerzas de atracción y repulsión, reduciéndose por la adición de los coagulantes.

f) Tipos de Coagulación

Siendo esta coagulación por adsorción y coagulantes por barrido:

Coagulación por adsorción: Esta coagulación ocurre cuando el agua tiene elevada concentración de partículas en el estado coloidal en el momento en que el coagulante es puesto dentro del agua turbia y los productos solubles de los coagulantes son absorbidos por los coloides y se crean de esta manera flóculos de manera rápida.

Coagulación por barrido: Este coagulación ocurre en el momento en que el agua tiene poca turbiedad y es pequeña la cantidad de coloides, en donde las partículas resultan ser entrampadas al ocurrirse una sobre saturación. (Barreto, T. 2015).

g) Factores que influyen en la coagulación

Según Barreto, A. (2015) una inadecuada coagulación por errores en la dosis perjudicaría todos los procesos, entonces es ideal tener presente los siguientes principios con el objetivo de mejorar el método de coagulación:

Influencia del pH: Es el elemento esencial en la coagulación para cada tipo de agua, cada uno tiene un rango de pH debido a la atribución de los iones y a la alcalinidad del tipo de agua que interviene el rango del pH y depende del tipo de coagulante a ser utilizado.

Influencia de la T° : La elevada temperatura de agua perjudica el proceso de coagulación donde permite que las partículas cambien su energía cinética , convirtiendo en un proceso mucho más lento y la baja temperatura aumentan la viscosidad lo cual causa dificultades para su sedimentación del floculo.

Influencia de dosis de coagulante: La escasa dosis del coagulante no contrarresta completamente la carga de la partícula carga de la partícula sería muy escaso en la formación de los microfloculos y se elevaría la turbiedad del agua; una elevada cantidad de coagulante genera alteración de carga de partículas creando mucha cantidad de microfloculos de dimensiones pequeñas con una turbiedad muy alta.

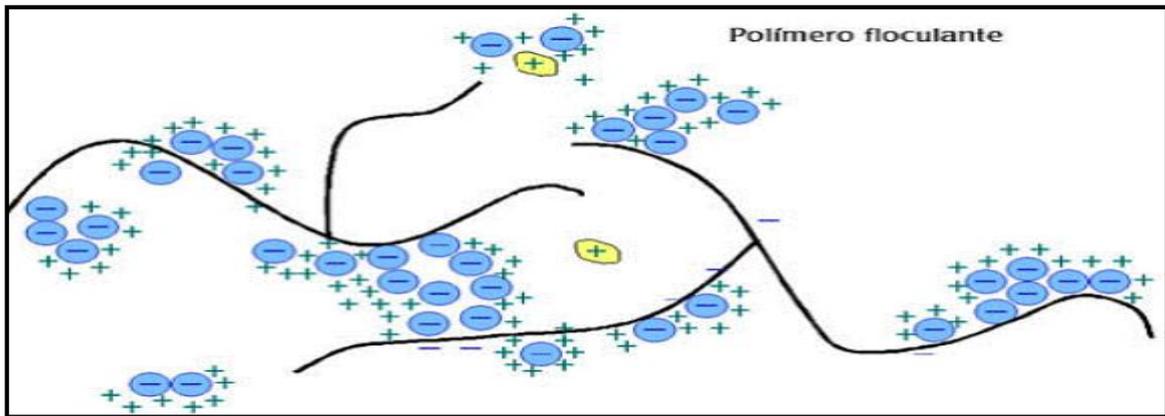
Influencia de la mezcla: La cantidad de agitación que se provee al agua en el momento en el que se agrega el coagulante se determinará si la coagulación es completa; la agitación tiene que ser uniforme y también intensa en la masa de agua, con el propósito de asegurar que la mezcla entre coagulante y el agua sea bien hecha y que produzca bien reacción de neutralización de cargas.

h) Floculación

Según Muños y Grau (2013), la floculación es la etapa que continúa la coagulación el cual tiene que ver con la agitación de la masa coagulada, la cual se usa para determinar la formación, agrandamiento de los flóculos, el objetivo es elevar su tamaño y peso adecuado para poder sedimentarse fácilmente

(pág. 188). De la misma manera Bratby, J. (2016). Indica que la floculación es el proceso mediante el cual las partículas desestabilizadas se inducen a unirse hacer contacto y forman un gran tamaño aglomerando el coagulante, en esta etapa de la floculación las características más importantes son la velocidad, el tiempo de retención y la agitación. (Muñoz y Grau, 2013, p.51).

Figura N° 4 Esquema detallado de cargas de los flóculos formados



Fuente: Catillo, J y Gómez, G. 2011

i) Ayudante o coadyuvantes de floculación

Según Barreto, J. (2015). Indicó: “Se pueden usar polímeros de alto peso molecular llamados polielectrolitos, puede ser naturales como almidones o sintéticos que pueden presentar cargas positivas imina de polietileno (catiónicos) o cargas negativas ácido poli acrílico (aniónicos) o carga neutra (no aniónicos) oxido polietileno; los cuales sirven para mejorar la resistencia de los flóculos y hacerlos mucho más grandes y pesados, mayormente estos coadyuvantes pueden usarse como coagulantes primarios en concentraciones entre 0,01 a 0,5 mg/l dependiente del tipo de producto.

j) Sedimentación

La sedimentación es un fenómeno netamente físico está relacionado con aquellas propiedades que tienen que ver con la caída de las partículas dentro del agua, en el momento en que se ocasiona la suspensión de partículas el efecto es un fluido más purificado y a su vez una suspensión más concentrada. (Gómez, 2013).

k) Prueba de Jarra

Según Cerón, (2016), explicó que el equipo mediante el método de jarra es una técnica del método de coagulación, floculación y sedimentación elaborado en el laboratorio, el cual permite generar agua clarificada, se encuentra compuesto por 6 ejes giratorio (paletas), este proceso permite determinar la dosis de coagulantes y el tiempo de retención para obtener una buena mezcla durante el método de coagulación floculación y sedimentación. (p.75).

La eficiencia de remoción nos permitirá a evaluar los porcentajes que han sido removidos los contaminantes, para lo cual se deberá utilizar la siguiente ecuación, que fue utilizada por (Álvarez, T. 2016).

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(\text{Cantidad inicial}) - (\text{Cantidad final})}{(\text{Cantidad inicial})} * 100$$

l) El níspero

El níspero llamado también níspero de Japón, es una especie original de china oriental, se difundió en Europa por los siglos XVIII, como árbol ornamental pertenece a los arboles de la familia de las rosáceas, alcanza los 6,00 metros de altura, es un fruto de color anaranjado redondeado contiene potasio, es un alimento digestivo, diurético y depurativo, es un árbol frutal de clima subtropical. (Meza, Bautista y Morales. 2014)

Características del Níspero

El níspero es un árbol frutal de 5 a 8 mts., de altura, que presenta un tronco grueso, muy ramificada que florece en otoño, sus hojas son muy alternas y cubiertas de pelos de forma elíptica de 0,30 cm de largo hasta 10 cm, sus flores son pequeñas, sencillas y son blancas de 1,5 cm de diámetro con un gran aroma, sus raíces son muy superficiales, es un fruto es de fácil cultivo redondo de color amarillo naranjado, carnosos aromáticos dulces y un poco ácido que contiene varias semillas de color marrón de gran tamaño, el níspero posee un alto contenido de azúcar y almidón, es un fruto que florece en los meses de

otoño o comienzos de la época de invierno y madurando a finales del invierno o inicios de primavera. (Meza, Bautista y Morales. 2014).

Figura N° 5 Imagen del fruto del níspero



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3 Taxonomía del Níspero

Nombre común	Níspero
Especie	Eryobotria japonica
Genero	Prunus
Familia	Rosáceas
Orden	Rosales
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Dilenidae
División	Magnoliophita

Fuente: Elaboración propia

Valorización nutricional del níspero

Según Parada. A. (2013), describe que el níspero es un fruto con mayor contenido en fibra (pectinas, fibra soluble), el contenido de pectinas contribuye a disminuir los niveles de colesterol en la sangre, aporta la vitamina A en forma

de beta - caroteno, su color anaranjado, contiene minerales como el potasio, y en mayores cantidades de magnesio, calcio y fósforo.

Tabla N° 4 Composición nutricional del níspero

(Por 10 gr. De fruta fresca)

Fruto de níspero maduro	Contenido Nutricional	
	Golapán <i>et al</i> (1977)	Hernández <i>et al</i> (1977)
Porción comestible	83%	86%
Humedad	73.7%	-.-
Fibra	2.6%	-.-
Carbohidratos	21.4 g	18.0 g
Grasa	1.1 g	1.1 g
Proteínas	0.7 g	0.7 g
Energía	98.0 ¹	38.0 ¹
Cenizas	0.5 g	-.-
Carotenos	97.0 µg	-.-
Vitamina C	6.0	12.0 mg
Tiamina	0.02 mg	0.02 mg
Riboflavina	0.03 mg	0.00 mg
Niacina	0.2 mg	0.3 mg
Calcio	28.0 mg	31 mg
Fósforo	27.0 mg	9 mg
Hierro	2.0 mg	1.5 mg

Fuente Parada A. (2013)

e) Marco Conceptual

1. Turbidez

La turbidez es provocada por la materia insoluble, a la vez es un fenómeno que consiste en la absorción de luz combinada con un proceso de edificación, las partículas insolubles responsables de esta turbidez pueden ser aportadas tanto por proceso de arrastre como remoción de tierra, la turbidez se mide en unidades nefelométricas NTU. (Orozco, C. *et, al.* 2011 p. 67).

2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La DBO es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable, es el parámetro más usado en el tratamiento de las aguas residuales y superficiales. (Romero, J. 2010. P.38).

3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

El DQO es una sustancia puede ser orgánico e inorgánico que mide la cantidad de oxígeno para oxidarse, por medio de los reactivos físicos químicos a mayor demanda química de oxígeno, mayor contaminación. (UNESCO, 2017. pág.54)

4. pH

El pH indica el comportamiento ácido o básico del agua, siendo de gran importancia para determinar la calidad, tiene influencia en los procesos químicos y biológicos (Orozco, C. et.al. 2011. p. 71)

5. Sólidos suspendidos totales

Los sólidos suspendidos dan la misma cantidad que la suma de los sólidos sedimentables; por otro lado la suma de sólidos suspendidos y la suma de sólidos en su totalidad que se encuentran en el agua, los sólidos disueltos resultan ser cada una de las sustancias que están disueltas dentro del agua al no lograr encontrarse de manera directa, (Veintimilla, 2015).

f) Marco Legal

Las Leyes y normas establecidas son los siguientes:

- √ **Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales D.L. N° 613**
Capítulo IV, art. 14. Este decreto indica la prohibición de descargas de efluentes de las sustancias contaminantes que provocan degradación de los ecosistemas o alteran el medio ambiente, sin tomar ninguna precaución para su depuración.

- √ **Ministerio del ambiente D.S. N° 002-2018 MINAM** clase 3, norma LMP para aguas residuales, deben ser vertidas a cuerpos de agua dulce, como quebradas o ríos.

√ **Ministerio del Ambiente D. S. N° 015-2015 MINAM - ANA**

El ECA establece la Categoría 3 las aguas deben ser aptas para el uso agrícola y bebida de animales domésticos.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.2. Problema General

¿Es eficiente el empleo de las semillas de níspero para la remoción de los sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo – Lima?

1.4.3. Problema Específico

- ¿Cuál es la velocidad de agitación de las semillas de níspero la remoción de los sólidos suspendidos y materia orgánica de las de aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima?
- ¿Cuál fue la dosis de la semilla de níspero para la remoción de los sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima?
- ¿Cuál fue la reducción del porcentaje de la semilla de níspero para la remoción de la materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo – Lima?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1 Justificación teórica

Teóricamente, este trabajo de investigación pues pretende ser un antecedente consistente para conocer un método apropiado de coagulación, el cual en este caso, es la utilización de semillas de níspero, ello con el fin de tratar las aguas residuales domésticas para generar un mejor recurso hídrico del río Omas, el cual serviría para regar las plantas frutales de la agricultura de la zona en estudio.

Es por ello que se analizan aspectos teóricos relacionados a aguas residuales, sus características, y su tratamiento; y por otro lado también se analizan temas como coagulantes naturales, sus tipos y factores que influyen en dicho proceso. Se analizan además la problemática de no hacer tratamiento de aguas en la zona, la cual es su utilización para la agricultura de la zona y con ello generar una agricultura que podría repercutir en la salud de los pobladores.

1.5.2. Justificación Metodológica

En el desarrollo de la investigación se ha efectuado el diseño experimental pues se ha manipulé la variable independiente, es decir coagulante natural semillas de níspero, en la aplicación como tratamiento de aguas residuales domésticas, es decir en la aplicación con la variable dependiente. Este diseño es el indicado para generar los resultados de la presente tesis pues tal como indica (Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. 2010), el diseño experimental se refiere a la manipulación de una o demás variables independientes para luego ser analizada las consecuencias de la manipulación que tiene en una o demás variables dependientes (p.160).

1.5.3 Justificación tecnológica

La tecnología utilizada es la prueba de jarras a través de laboratorio, resultando ser muy importante pues esta prueba permite realizar el proceso de coagulación floculación y sedimentación, obteniendo un agua de buena calidad. Según Cerón, (2016) este procedimiento permite determinar la dosis óptima, tiempo de retención y una velocidades de agitación para obtener una buena mezcla durante el método de coagulación y un buen contacto de las partículas para la floculación y sedimentación. (p.75). Es así que se buscó adoptar la tecnología a partir de agentes coagulantes y floculantes de fuentes naturales teniendo en cuenta que las semillas de níspero como coagulantes es un fruto emblemático de la zona, Coayllo, encontrándose fácilmente. Esto resulta productivo para el presente trabajo. Es así

que se pretende adoptar una tecnología acorde a la zona, y por tanto reducir de contaminantes las aguas que descarga la localidad Coayllo hacia el río Omas.

1.5.4 Justificación económica

La localidad de Coayllo es una zona en la que se produce gran cantidad de níspero, de hecho, es el fruto emblemático de la localidad de Coayllo, el cual se genera durante los meses de agosto, setiembre. Coayllo, según el SENACE, produce anualmente 180 toneladas en 100 hectáreas de cultivos con 400 agricultores. Este níspero entonces resulta económico debido a su cantidad para la coagulación de la materia orgánica de aguas servidas de la localidad en cuestión.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis General

La semilla de níspero es eficiente como coagulante y floculante, en la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.

1.6.2. Hipótesis Específicos

- La velocidad de agitación empleando semillas de níspero influye significativamente en la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.
- La dosis del floculante empleando semillas de níspero para la remoción de sólidos suspendidos genera un efecto significativo en las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.
- La reducción porcentual empleando semillas de níspero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica es mayor al 99% después del tratamiento de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo – Lima.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General

Evaluar la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semillas de níspero de la zona urbana de Coayllo - Lima.

1.7.2. Objetivo Específico

- Determinarla velocidad de agitación de las semillas de níspero para la remoción de las aguas residuales domésticas y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.
- Determinar la dosis del floculante de las semillas de níspero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica, de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.
- Determinar la reducción porcentual empleando semillas de níspero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica después del tratamiento de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación es de tipo explicativo porque se indicaron los fenómenos ocurridos al adicionar el coagulante natural semilla de níspero a las muestras de agua. Según Hernández, R., Fernández C., y Baptista P. (2010.), describen un diseño explicativo se centra en demostrar por que ocurre un fenómeno y en que condiciones se puede dar. (p.102).

Por su parte, el diseño es experimental, porque se manipuló la variable independiente, es decir el coagulante natural semillas de níspero, aplicando los tratamientos para observar la remoción de los contaminantes como variable dependiente. Para Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010), mencionan el diseño experimental se refiere a la manipulación de una o dos variables independientes para luego analizar los efectos de la manipulación que tiene las variables dependientes (p.160).

2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1. Variables

Se ha tenido en cuenta dos variables como a continuación detallamos:

a) Variable independiente

VI: Semillas de níspero

b) Variable dependiente

VD: Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica

2.2.2. Operacionalización

La operacionalización se fundamenta en la definición conceptual y operacional de la variable por medio del proceso que permite al investigador identificar aspectos perceptibles de un evento, que hacen posible dar cuenta la presencia de este. (Hurtado, p. 135).

√ **Variable Independiente:** semilla de níspero

Según Martín. *et. al.* (2013), sostiene que los coagulantes naturales son sustancias solubles en agua, pueden ser de origen vegetal o animal, que actúan de modo similar a los coagulantes sintéticos, aglomerando las partículas en suspensión que contiene el agua cruda, facilitando su sedimentación.

√ **Variable Dependiente:** Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica, variable que se va a manipular durante la experimentación.

Según Wang y otros (2004), indica que la operación de remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica es parte principal para tratar aguas residuales por el proceso de coagulación, floculación es una de las operaciones para desestabilizar las partículas en suspensión .

Tabla N° 5 Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
"REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y MATERIA ORGÁNICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EMPLEANDO SEMILLAS DE NISPERO DE LA ZONA URBANA DE COAYLLO - LIMA"					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDA
USO DE SEMILLAS DE NISPERO	Martín et al. (2013). Los coagulantes naturales son sustancias solubles en agua, de origen vegetal o animal, que actúan de modo similar a los coagulantes sintéticos, aglomerando las partículas en suspensión que contiene el agua cruda, facilitando su sedimentación. .	En el uso de las semillas de nispero se tuvo en cuenta la velocidad de agitación y la dosis a usar.	Dosis de la semilla de nispero	Velocidad de agitación rápida	rpm
				Velocidad de agitación lenta	rpm
			Dosis del floculante	Nivel Bajo	gr/l
				Nivel Alto	gr/l
			Reducción del porcentaje	Sólidos suspendidos	%
				Materia orgánica	%
REMOCIÓN DE SOLIDOS SUSPENDIDOS Y MATERIA ORGÁNICA	Wang y otros (2004), indica que la operación de remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica es parte principal en el tratamiento del agua por el cual el proceso de coagulación y floculación es una de las operaciones para desestabilizar las partículas y los coloides.	La remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica se determinó por medio de los parámetros físicos y parámetros químicos	Parámetros físicos	Sólidos suspendidos totales (SST).	mg/L
				Turbidez	NTP
			Parámetros químicos	Demanda Química de Oxígeno (DQO).	mg/L
				Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).	mg/L

2.3. POBLACION Y MUESTRA

2.3.1. Población

La población seleccionada presenta una cantidad de 1031 habitantes de acuerdo al censo realizado en el 2007 por el INEI, teniendo un área geográfica de 591 km², dentro de la provincia de Cañete, en la Región Lima.

Tabla N° 6 Población del distrito de Coayllo según sexo - año 2007

Categorías	Casos	%	Acumulado %
Hombre	561	54.41%	54.41%
Mujer	470	45.59%	100.00%
Total	1031	100.00%	

Fuente: INEI Censos 2007:XI de Población – VI de vivienda

Se requiere solucionar el inconveniente producido por los efluentes domésticos que son vertidos vía la red de alcantarillado, los que luego de este tratamiento, ingresan directamente al río Omas, ubicado en la localidad de Coayllo – Lima, el agua residual, captada de la red de alcantarillado posee un aforo de 1,3 litros/seg. La zona de estudio se encuentra ubicada geográficamente 278 msnm., a 123,10 km de la ciudad de Lima, en las coordenadas de 12°43'39"S 76°27'35"O.

Figura N° 6 Localización del departamento de Lima, provincia de Cañete, Distrito de Coayllo

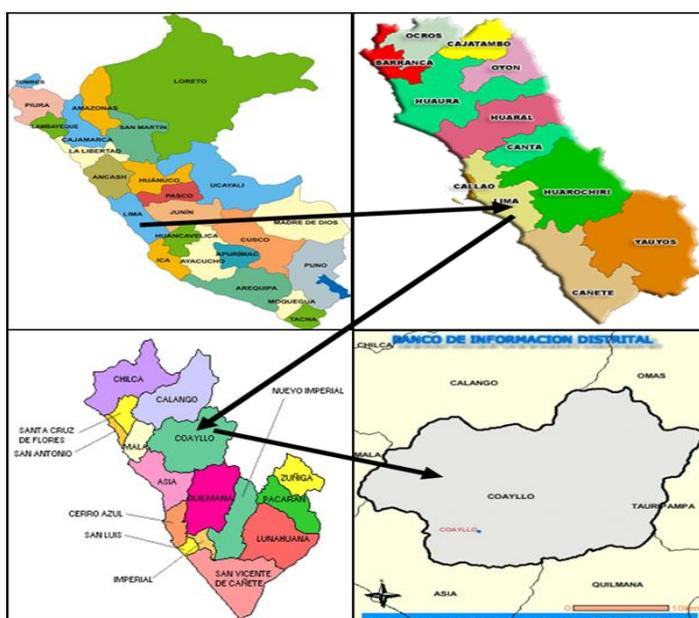
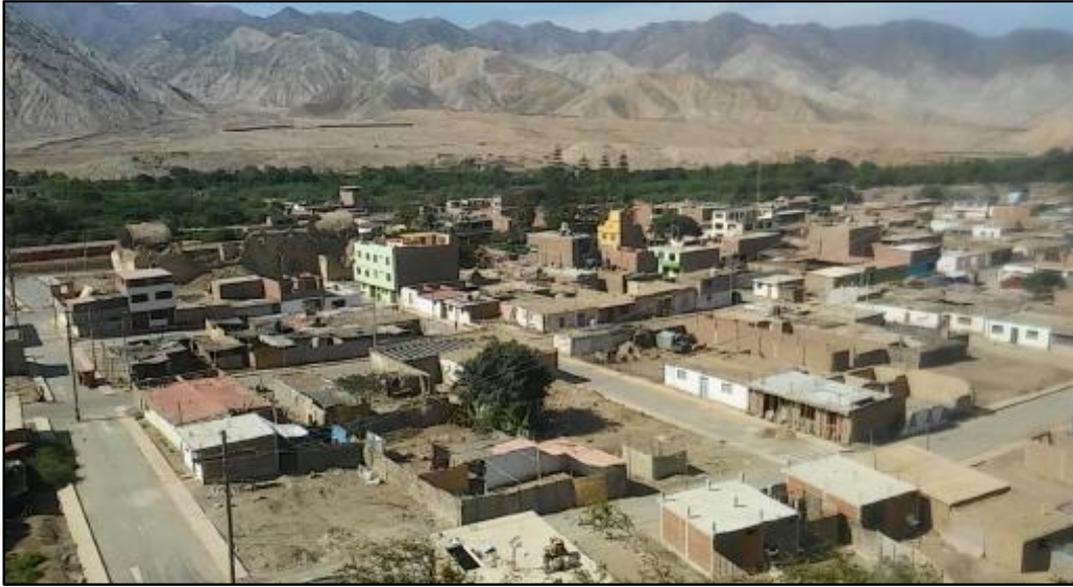


Figura N° 7 Imagen satelital de la localidad de Coayllo



Fuente: Google Earth 2015

2.3.2. Muestra

Las muestras de aguas residuales domésticas para el ensayo de dosificación fueron tomadas por 02 muestras uno de ellas en su estado natural del punto de salida del efluente hacia el río Omas, y la otra muestra fue recolectada después del tratamiento de pruebas de jarras con la aplicación de la solución semillas de níspero.

El coagulante natural semillas de níspero fueron recolectadas en forma manual de árboles frutales de los nísperos de diversos sitios de la localidad.

2.3.3. Unidad de análisis

Para esta investigación se ha utilizado frascos de 1000 ml, por cada análisis para extraer las aguas residuales mediante un muestreo aleatorio simple, de la misma manera se ha usado 40 litros de aguas del efluente de la zona urbana de Coayllo, para los tratamientos de jarra y 2,00 kilogramos de semillas de níspero para el proceso como coagulante floculante .

2.4. TECNICAS, INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.4.1. Técnicas

En el trabajo de investigación se ha empleado la técnica observacional por tratarse de un diseño experimental en la que el investigador puede controlar a recolección y puede manipular la variable, para evaluar los cambios que se presenten en las aguas residuales domésticas después del tratamiento con la solución semillas de níspero con diferente dosis.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

La técnica de instrumento de recolección de datos fueron fichas de registro (Anexo N° 02) la primera ficha fue para obtener datos de las aguas residuales domésticas extraídas del efluente en su estado natural antes de utilizar el coagulante natural y la segunda ficha (Anexo N° 03) fue para evaluar la utilización de la semilla del níspero como coagulante natural. Así mismo, se han utilizado los siguientes equipos e instrumentos descritos en la tabla siguiente:

Tabla N° 7 Equipos e instrumentos de recolección de datos empleados

<i>Equipos e instrumentos</i>	<i>Materiales</i>	<i>Reactivos</i>	<i>Insumos Químicos</i>
Balanza Analítica digital calibrada	Vasos de precipitación	Aguas residuales 40 lts.	Hidróxido de sodio 1N
pH-metro	Varillas de vidrio	Solución semillas de níspero	Acido clorídrico HCL.
Estufa	Pipetas de 2, 5, 10 ml.	Agua destilada 1000 ml.	
Test de jarras	Pisetas		
Turbidímetro	Geringas hipodérmicas de 25 ml		
	Bagueta		
	Bidones de agua		
	Baldes		
	Frascos de plásticos de 1000 ml.		
	Cooler		
	Guantes		
	Preservantes y consevantes		

Elaboración propia

2.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento

La validez y la confiabilidad se dará mediante los diferentes resultados de los análisis de Informe de Ensayo del laboratorio de la Empresa ENVIROTEST – Environmental Testing Laboratory SAC., la cual ha sido firmado por los especialistas encargado debidamente acreditado por INACAL, con Registro N° LE-056. Así mismo, cuenta con instrumentos calibrados. (Anexo N° 10)

2.5. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el desarrollo de la investigación se ha tomado dos muestras de agua, la primera fue de los efluentes in situ y la segunda muestra tomada después del tratamiento con el coagulante natural semillas de níspero, tanto como la primera y la segunda muestra de aguas residuales serán llevados al sitio especializado laboratorio ENVIROTEST – Environmental Testing Laboratory SAC, registrado por INACAL, para efectuar los parámetros físico-químico de las aguas residuales domésticas generadas en la zona urbana de Coayllo.

Una vez obtenido los resultados de los análisis de las muestras seleccionadas comparamos el grado de contaminación que existe en el efluente de las aguas residuales al cuerpo receptor del río Omas sin tratamiento, y de esta manera verificar la efectividad de la semillas de níspero en la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica biodegradable para el tratamiento de las aguas residuales generadas en la localidad de Coayllo

Para establecer la eficiencia de remoción de la turbidez, sólidos en suspensión, DBO y DQO, por medio del coagulante natural semillas de níspero se realizó ensayos como es la coagulación y floculación en nuestras de aguas residuales, seguidamente se comparó los resultados con diferentes concentraciones y diferentes velocidades de agitación.

La evaluación de la eficiencia de las semillas de níspero y las pruebas de coagulación floculación en la test de jarra se realizó con 5 tratamientos cuyas eficiencias fueron analizados luego de utilizar la semilla de níspero en el tratamiento de las aguas residuales generadas en la localidad de Coayllo.

La eficiencia es establecida por la turbidez final y la turbidez inicial, tal como se indica en la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia de la remoción (\%)} = \frac{\text{Turbidez inicial (NTU)} - \text{Turbidez final (NTU)}}{\text{Turbidez Inicial (NTU)}} \times 100$$

RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA

En primer lugar se debe recoger las muestras aguas residuales generadas en la localidad de Coayllo las muestras han sido etiquetadas refrigeradas dentro de un cooler trasladándose al laboratorio ENVIROTEST – Environmental Testing Laboratory SAC, para evaluación de sus parámetros físicos y químicos como el DBO, DQO, turbidez y solidos suspendidos totales

El efluente de las aguas residuales se encuentra en la localidad de Coayllo, distrito de Coayllo, provincia de Cañete, Lima en las coordenadas este: 340901 y norte: 8592290 a una altitud de 265 m.s.n.m.

Figura N° 8 Imagen satelital de la ubicación del efluente de las aguas residuales



Fuente: imagen Google Earth 2018

Figura N° 9 Efluente de aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima



Figura N° 10 Fotografías que testimonian la toma de muestras y frascos rotulados empleadas en las muestras aguas residuales y semillas de níspero

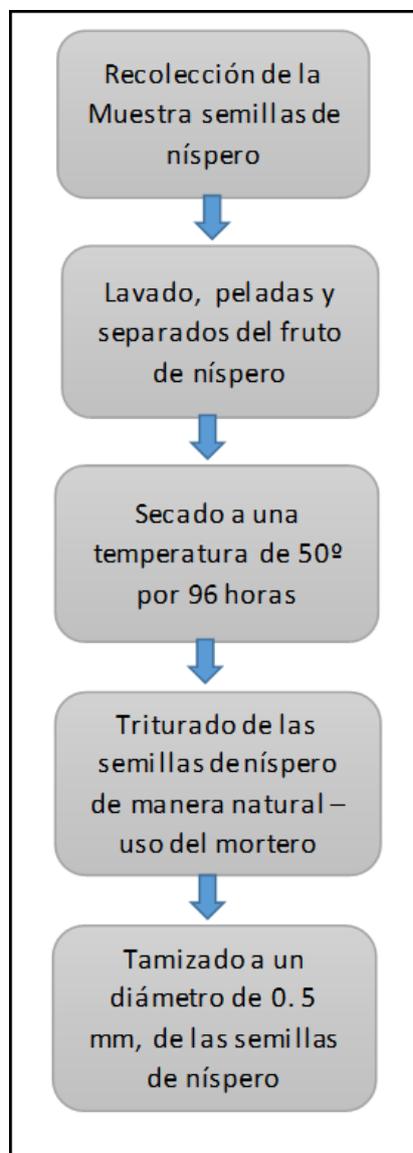


PROCEDIMIENTO DEL COAGULANTE NATURAL SEMILLA DE NÍSPERO

Se ubicó las plantas del níspero para poder extraer los frutos y obtener el coagulante natural como es las semillas de níspero.

En primer lugar se ha procedido a retirar las cascarras de la semilla de níspero para luego ser triturado con un mortero y posteriormente tamizar manualmente se aprecia en la figuración siguiente:

Figura N° 11 Proceso de elaboración de coagulante solución en granulo semillas de níspero



PREPARACIÓN DE LA SEMILLAS DE NÍSPERO

Se realizó el pesaje en una balanza analítica las cantidades de 0,20 gr 0,30 gr., 0,04 0,05 gr., 0,06 gr y 0,07 gr, de semillas de níspero que fueron las adecuadas para crear las concentraciones 2000, 3000, 4000, 5000, 6000y 7000 ppm.

Luego de pesada la solución de la semilla de níspero se comenzó a disolver de forma lenta en un vaso precipitado de 25 ml, de aguas destiladas.

2.5.1. Recojo de datos

Para el desarrollo de esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo, se dirigió al campo y se tomó dos muestras de la fuente de las aguas servidas in situ en su estado natural.

Figura N° 12 Muestras de agua en su estado natural



Por otro lado se ha extraído las semillas del níspero que actúa como coagulante floculante se procedió al pelado, molidas, tamizados y secado.

Figura N° 13. Proceso de las semillas del níspero



2.5.2. Proceso de análisis de datos

Los análisis de datos han sido procesados por tables y gráficos por el programa Excel.

2.6. ASPECTOS ETICOS

Se garantiza los resultados y datos confiables tomados de acuerdo a las normas establecidas los método de ensayo proponiendo evaluar la eficiencia del coagulante natural semillas de níspero como una alternativa orientada a remover los sólidos suspendidos y materia orgánica para tratar aguas residuales generadas en la localidad de Coayllo – Lima.

III. RESULTADOS

3.1. RESULTADOS DE AGUAS RESIDUALES ESTADO NATURAL PRIMER TRATAMIENTO

Los primeros resultados de las aguas residuales en estado natural generadas en la localidad de Coaylo se realizaron mediante la extracción del efluente vertido en el río Omas, y evaluadas mediante el laboratorio ENVIROTEST, acreditado por INACAL. En la siguiente tabla demostramos los primeros resultados de las aguas residuales:

Tabla Nº 8 Parámetros iniciales de las aguas residuales

PARAMETROS	UNIDADES	L.C.M.	RESULTADOS
Turbidez	NTU	0,25	1000
Sólidos suspendidos totales	mg/L	6,0	1005
DBO	mg/L	2,0	1386
DQO	mg/L	5,0	3065

(LCM: Límite de Cuantificación del Método)

3.2. DETERMINACIÓN DE NIVELES PARA LA CONCENTRACIÓN DE COAGULANTE - FLOCULANTE

Con el objetivo de hallar los valores de los niveles para el desarrollo de la propuesta indicada en la metodología, a pesar de que consideró las concentraciones y también las dosis indicadas en los antecedentes mencionados, se decidió en primer lugar por optar de forma ordenada distintas concentraciones y dosis elaborando de esta manera una serie de ensayos previos.

Una de las cantidades de soluciones de semillas de níspero que se utilizó inicialmente y que resultó ser una buena cantidad fue 4000 ppm utilizando 25ml de dosis. En esta etapa se ha preferido utilizar una de de 4000 ppm con el propósito de medir si cantidades cercanas mayores o menores a éste actúan de mejor manera como coagulante-floculante. Este fase se comprendió entre 2000 ppm a 7000 ppm, utilizando continuamente 25 ml de dosis de solución del agua recolectada o turbia. De esta manera la turbidez como parámetro de referencia y siempre se utilizó una velocidad de agitación

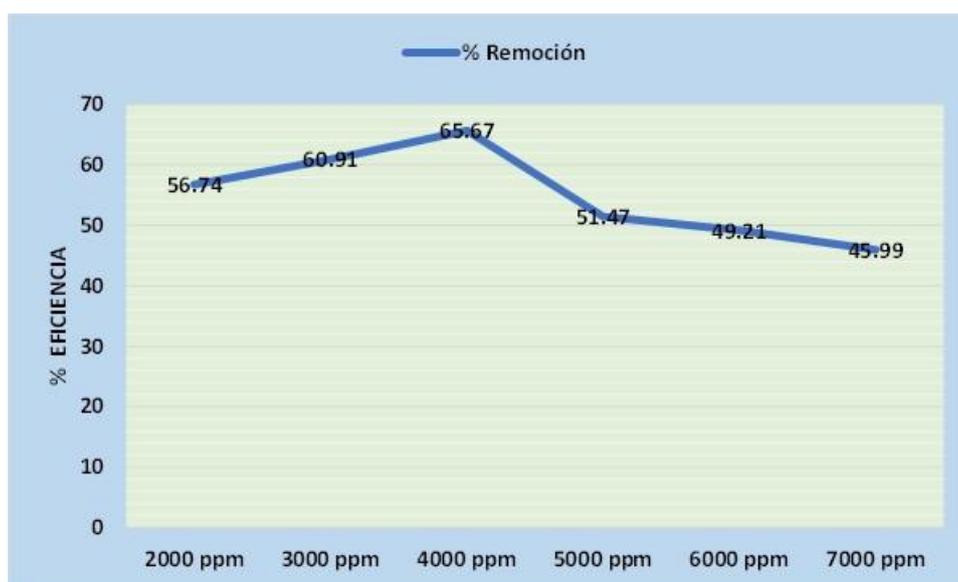
que fue rápida para a continuación seguir con una velocidad de agitación lenta y 1 hora de tiempo para sedimentar. Los resultados se observa en la tabla siguiente:

Tabla N° 9 Variación de diferentes concentraciones empleando semilla de níspero

Turbidez (NTU)	2000 ppm	3000 ppm	4000 ppm	5000 ppm	6000 ppm	7000 ppm
T0	38.6	35.3	33.5	27.2	25.4	18.7
T1h	16.7	13.8	11.5	13.2	12.9	10.1
% Remoción Turbidez	56.74	60.91	65.67	51.47	49.21	45.99

Fuente elaboración propia

Figura N° 14 Variación de remoción de turbidez a distintas concentraciones empleando semillas de níspero



Fuente elaboración propia

3.3. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

En esta experimental, se ha utilizado las concentraciones de la semillas de níspero mostrando los resultados de más elevados de remoción en la turbidez; empleándose concentraciones de 3000 ppm y 4000 ppm de solución de semillas de níspero, Así mismo, se usaron dos niveles para el parámetro de velocidad de agitación rápida (coagulación) 200 rpm y 300 rpm; de la misma manera dos niveles

de velocidad de agitación lenta (floculación) 30 rpm y 45 rpm, tiempo determinado de 90 segundos y 25 minutos respectivamente.

En la siguiente ecuación se demuestra el porcentaje de remoción:

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(T_0) - (T_{f-1h})}{T_0} * 100$$

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(\text{Turbiedad inicial}) - (\text{Turbiedad final, después de ser tratada y a una hora de sedimentación})}{(\text{Turbiedad inicial})} * 100$$

Tabla N° 10 *Variación* de turbidez a una concentración de 300 ppm con diferentes velocidades de agitación

Concentración Semillas de Níspero	3000 ppm			
Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Velocidad de agitación (rpm)	200-30	200-45	300-30	300-45
Turbidez Inicial	1025.2	1057.12	1011.1	1027.5
Turbidez Final	9.98	7.8	10.81	7.7
% De Remoción de Turbidez	99.03	99.26	98.93	99.25

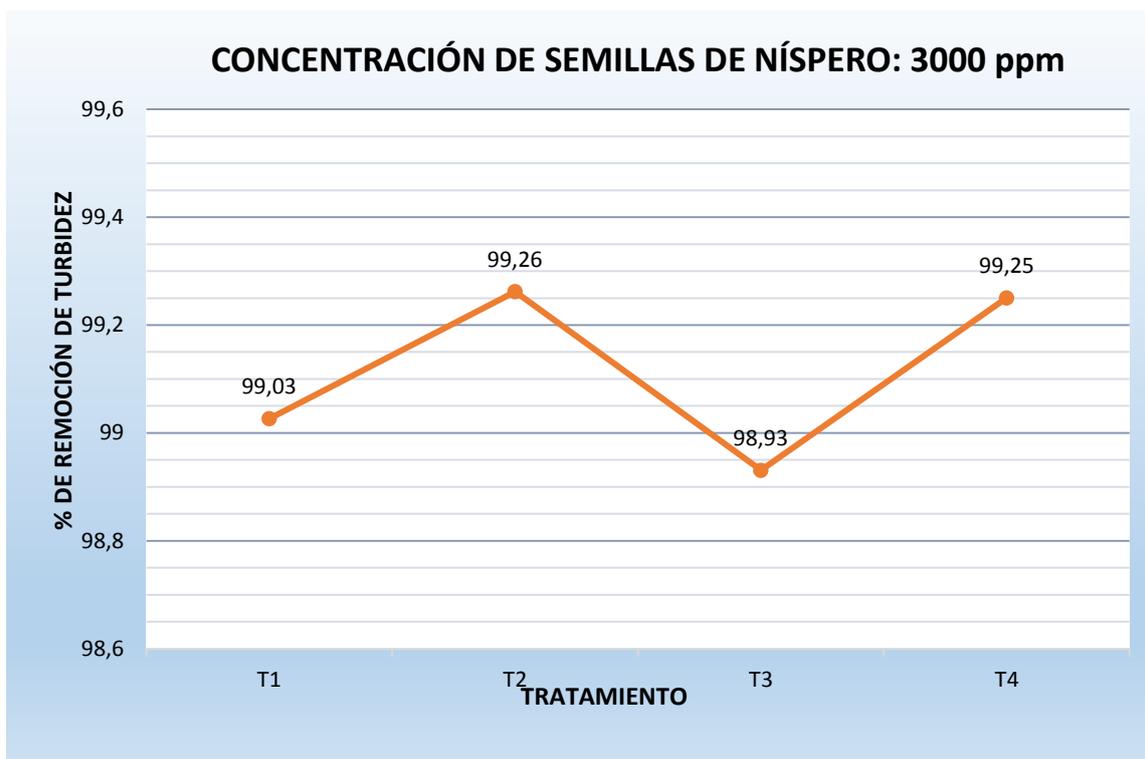
(Turbidez Inicial y Turbidez Final, medidos en NTU)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 11, se tiene coagulante-floculante a una concentración de 3000 ppm, al confrontar tratamientos como T1, vs T3 y T2 vs T4 (con igual lenta velocidad de agitación) es posible notar los elevados niveles de remoción de turbidez (99.03% y 99.26%) se relacionan a los valores generados con la velocidad menor de las velocidades de agitación rápida de 200 rpm; de esta manera, al confrontar los

tratamientos como T1 vs V” y T3 vs T4, (con igual rápida velocidad de agitación) se puede notar que los más altos niveles de porcentajes de remoción de turbidez (99.26% y 99.25%) se generaron con la menor velocidad e agitación lenta ensayada (45 rpm).

Figura N° 14. Concentración de semillas de níspero a 3000 ppm con distintas velocidades de agitación



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 14, observamos que al emplear la solución de semillas de níspero a 3000ppm de concentración, muestra un significativo porcentaje de remoción (99.26%) de turbidez alta de 1000 NTU en el Tratamiento 2 (T2). Así mismo, se observó que a medida que la turbidez inicial se eleva, también se eleva el porcentaje de remoción de turbidez.

En la siguiente tabla demostramos los resultados del comportamiento de la turbidez después del tratamiento con semillas de níspero en una concentración de 4000 ppm en distintas velocidad de agitación lenta (200 rpm y 300 rpm) y velocidad lenta (30 rpm y 45 rpm).

Tabla N° 11. Concentración de semillas de níspero a 4000 ppm con diferentes velocidades de agitación.

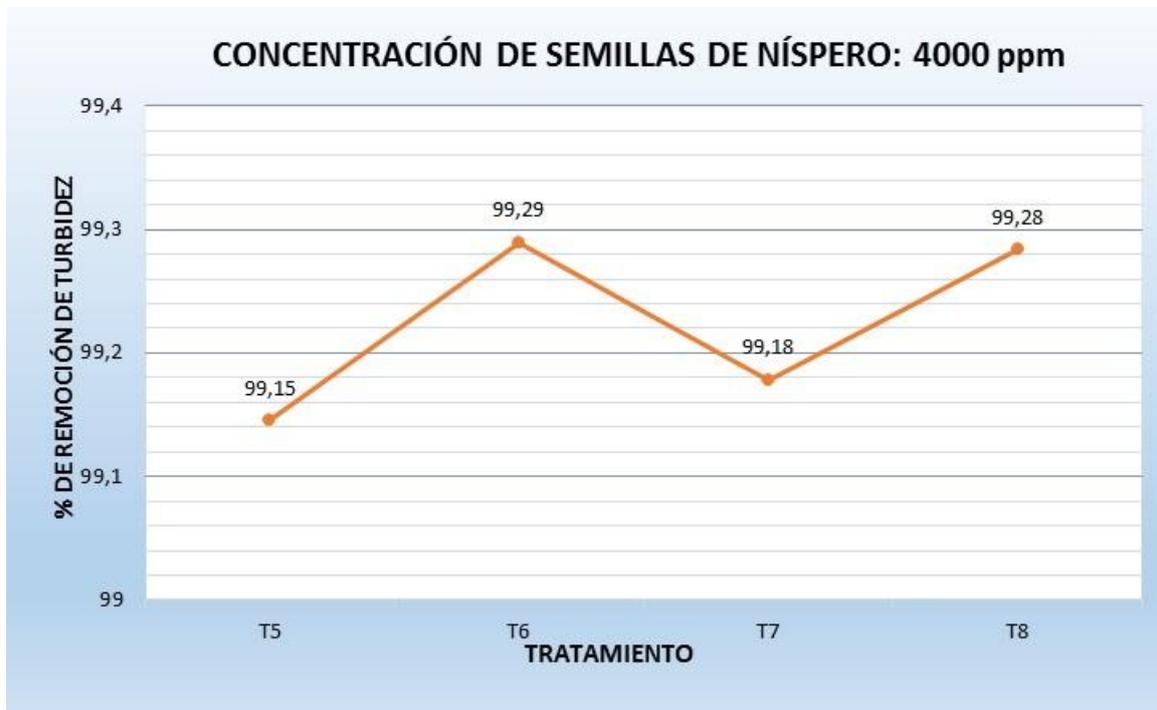
Concentración Semillas de Níspero	4000 ppm			
Tratamientos	T5	T6	T7	T8
Velocidad de agitación (rpm)	200-30	200-45	300-30	300-45
Turbidez Inicial	1029.6	1045.54	1027.98	1030.12
Turbidez Final	8.8	7.43	8.45	7.38
% De Remoción de Turbidez	99.15	99.29	99.18	99.28

(Turbidez Inicial y Turbidez Final, medidos en NTU)

Fuente: Elaboración propia

En la table N° 12 podemos observar que para 4000 ppm de la concentración de semillas de níspero, al confrontar el tratamiento (T) T5 vs T7 y T6 vs T8, es posible notar que los porcentajes más elevados de turbidez removida (99.15% y 99.29 %) se relacionan a los generados con la menor velocidad de agitación rápida de 200 rpm. De esta forma, al confrontar los tratamientos T5 vs T6 y T7 vs T8 (con igual velocidad rápida de agitación) se puede notar que los más elevados porcentajes de turbidez removida (99.29% y 99.28%) se generaron con la más elevada de las velocidades lentas de agitación ensayada (45 rpm).

Figura Nº 15. Concentración de Semillas de níspero a 4000 ppm a diferentes velocidades de agitación



Fuente: Elaboración propia

En la figura Nº 15, notamos la solución de semillas de níspero en concentración de 4000 ppm, muestra un resultado eficiente (99.29%) de remoción de turbidez de las aguas residuales de alta turbiedad (≈ 1000 NTU) en el Tratamiento 6 (T6).

Resultados Finales de SST, DBO, y DQO

Para este segmento se ha evaluado los sólidos en suspensión, (SST) la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO), analizando ocho tratamientos por medio de prueba de jarras y se escogió la concentración del tratamiento que mejores porcentajes de remoción tenía. Entonces se optó por la concentración del tratamiento número 6, al superar a los demás tratamientos por tener De esta manera se tomó una muestra del sobrenadante para posteriormente mandarlos a analizar sus parámetros de SST, DBO5 y DQO al laboratorio de la Empresa ENVIROTEST – Environmental Testing Laboratory SAC, el cual a su vez también había analizado la muestra inicial. Es así que se compararon ambas muestras los resultados se muestran en la siguiente tabla:

PARAMETROS	UNIDADES	L.C.M.	RESULTADOS INICIALES	RESULTADOS FINALES	% DE REMOCIÓN
Sólidos suspendidos totales	mg/L	6,0	1005	25	97.51
DBO	mg/L	2,0	1386	15	98.92
DQO	mg/L	5,0	3065	40	98.69

(LCM: Límite de Cuantificación del Método)

Fuente: elaboración propia

En la tabla siguiente observamos los altos niveles de porcentaje de remoción de SST, DBO5 y DQO (97.51%, 98.92%, y 98.69%, respectivamente), los cuales indican los niveles de efectividad para tratar de depurar la muestra utilizada. Sin embargo analizando los resultados finales y comparándolos con las categorías indicadas en el Decreto Supremo nº 015-2015-MINAM, Modificación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, es posible notar que el DBO5 no alcanza a ser admitido en los estándares relacionados a la Categoría 1 – A, ni 1 – B, puesto que el DBO5 de la muestra seleccionada tiene 15 mg/l. En todo caso, el DBO5 de la muestra analizada sí llega a ser admitido en la Categoría 3, para riego de vegetales (riego de cultivo de plantaciones de tallo alto y tallo bajo) y a su vez para bebidas de animales.

Por otro lado, el DQO de la muestra analizada tampoco llega a ser admitido en los estándares relacionados a la Categoría 1 – A, ni para la Categoría B1, pero sí para la Categoría B2, aguas superficiales destinadas para recreación, y también para la Categoría 3, tanto para parámetros de riego de vegetación (riego de cultivos de tallo alto y bajo) y a su vez para parámetros de bebidas de animales, puesto que el DQO de la muestra seleccionada tiene 40 mg/l.

A su vez, los sólidos disueltos totales comparándolos con los parámetros indicados por el Decreto Supremo nº 015-2015-MINAM, indicaron resultados admisibles para los estándares de la Categoría 2, para agua de mar, en cuanto a extracción y cultivo de moluscos, extracción y cultivo de distintas especies hidrobiológicas, y otras actividades.

IV. DISCUSIÓN

Para el desarrollo de investigación, se ha logrado determinar el coagulante natural semillas de níspero permitió reducir la turbidez de las aguas residuales domésticas a un 99.29% de porcentaje de remoción (de 1045.54 NTU a 7.43 NTU) con una dosis de 4000 ppm. Resultados parecidos se observaron en la investigaciones de Parra et al. (2011) el cual ha logrado demostrar que la solución de semillas de níspero puede ser usado como un coagulante floculante primario, por obtener un elevado porcentaje de remoción de la turbidez r superando el 90%.

A su vez se debe considerar que, por lo demostrado en las tablas de los tratamientos con 3000 ppm y 4000 ppm, en aguas de turbiedad baja necesitan dosificaciones mayores y aguas de turbiedad alta necesitan de dosificación de menores. Porcentajes parecidos en remoción y turbidez se notaron con Villona et al. (2013), ha empleado la tuna como coagulante para tratar agua cruda logrando un 70% a disminuir la remoción de turbidez. Así también en la investigación de Vásquez (2013) empleó semillas de Hizache logrando como resultado un 60% de remoción de turbidez.

Por otro lado analizando el DQO se puede entender que tomando la concentración de 4000 ppm, se puede notar los porcentajes de remoción de DQO son superiores a los porcentajes de remoción de 3000 ppm, ya que en trabajos similares como Bravo, M y Gutierrez J. (2016), se utilizaron biopolímeros para tratar aguas residuales dando como resultado mayor remoción de DQO cuando había mayores cantidad de concentración de coagulante natural. De esta manera el DBO mostró alto nivel de remoción en la muestra seleccionada y tratada con altos niveles de extracto de semillas de níspero, también para Feria, J., Bermúdez, S. y Estrada, A. (2014), quien utilizó semillas de M. oleífera como coagulante natural en las aguas del río Sinù.

V. CONCLUSIONES

1. El presente desarrollo de tesis propone el uso de semillas de níspero como un coagulante natural para remover los sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas, se ha comprobado la eficiencia en remoción de la turbidez con 99.29% de porcentaje (de 1045.54 NTU inicial a 7.43 NTU final). Lo cual se ha demostrado en la aplicación de este coagulante natural a las aguas residuales provenientes de la zona urbana de Coayllo.
2. En la remoción de la turbidez el porcentaje ha aumentado al usar mayor cantidad del coagulante natural semillas de níspero a 4000 ppm, disminuyendo la agitación rápida en el proceso de coagulación y aumentando la agitación lenta durante la etapa de coagulación en el tratamiento de jarras.
3. En la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica como el DBO y DQO los porcentajes son superiores al emplear la mayor concentración del coagulante natural semillas de níspero a 4000 ppm.
4. Las aguas residuales domésticas tratadas con el coagulante natural semillas de níspero cumplió con las normas establecido en ECA - Estándares de Calidad Ambiental, en la categoría 3 en cuanto a sólidos suspendidos totales, se logró demostrar que el coagulante removió aguas residuales domésticas generadas en la zona urbana de Coayllo lo cual ayudaría a remover el material suspendido y la posibilidad de poder reutilizarla para riego de cultivos en plantas de tallo alto.
5. Al comparar los resultados de las aguas residuales domésticas después del tratamiento con el coagulante natural semillas de níspero, con los valores establecidos con los parámetros establecidos categoría 3 del Decreto supremo N° 015-2015-MINAM, se observó que sobrepasan el estándar de categoría 1 en cuanto a DBO y DQO. Pero para la categoría 3 en ambos casos resultó favorable.
6. Uno de los aspectos importantes que tiene la semilla de níspero como un coagulante natural es que se puede aplicar directamente a una planta de

tratamiento primario para aguas residuales, sin necesidad de ajustar el pH durante el proceso de tratamiento de coagulación – floculación y se sabe que esta semilla es emblemática del lugar de muestreo.

VI. RECOMENDACIONES

1. De la misma manera en que se analizó el agua tratada para la presente investigación también merece un análisis el lodo residual después de cada tratamiento, con el propósito de conocer sus propiedades fisicoquímicas y observar su factibilidad en cuanto a reciclaje.
2. Deben analizarse los factores de tiempo de lluvia o no, para observar si influye en las muestras tomadas del río Omas, puede que la lluvia modifique los resultados, puesto que si hay lluvia el agua del río vendrá con mayores sedimentos de tal manera que habrán mayores cantidad de turbidez.
3. Se recomienda seguir probando con plantas emblemáticas de la ciudad, con el propósito de saber cuál tratamiento resulta económicamente mejor, puesto que las plantas emblemáticas resultan abundar en dicho lugar.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AGUILAR, M. I., et al. Nutrient removal and sludge production in the coagulation - flocculation process. *Water Research*, 2002, vol. 36, no 11, p. 2910-2919.
02. ALBARRACÍN HERRERA, Francisco. Capacidad de adsorción para remover en ión metálico PB (II) por el tanino de la cascara de tarwi (*lupinus mutabilis sweet*), de las aguas del río Ramis Puno, Perú. 2014.
03. ANA (Perú). R.J. TABLA 010-2016-ANA: Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. 2016. Perú.
04. ARIAS-HOYOS, ARNOL, et al. Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la m. oleífera como coagulante natural. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2017, vol. 15, no spe, pp. 29-39.
05. ARBOLEDA VALENCIA, Jorge. Teoría y práctica de la purificación del agua. Tercera edición. Tomo 1. Mc. Graw – Hill 2010. p.1 - 43.
06. APAZA, H. 2013. Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos en Arequipa. [informe de la Universidad Católica Santa María]. Arequipa – Perú: Premio a la Investigación Ambiental. p6.
07. BÁEZ, OJEDA; FERNANDA, Lizabeth. Determinación de la eficiencia de las características coagulantes y floculantes del *Tropaeolum Tuberosum*, en el tratamiento del agua cruda de la Planta de Puengasí de la EPMAPS. 2012. Tesis de Licenciatura.
08. BARRETO TEJADA, Juan Alejandro. Potabilización del agua: Principios de diseño, control de procesos y laboratorio. Universidad Piloto de Colombia, 2015.
09. BRATBY, John. Coagulación y floculación en el tratamiento de aguas y aguas residuales. Publicación IWA, 2016.
10. BRAVO GUERRERO, Milagros María De Fátima; GUTIÉRREZ LÓPEZ, Jorge Luis. Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del río Pollo en Otuzco empleando semillas de *Caesalpinia spinosa* (Tara). 2016.

11. BRONCANO CASTILLO, Lizeth Elena; CACHA, Rosario; PILAR, Nancy. Eficiencia del *Tropaeolum Tuberosum* y la cáscara de *Solanum Tuberosum* como coagulante para la remoción de turbiedad, color y sólidos disueltos, en el río Lullán, provincia de Caraz, Ancash-2016. 2017.
12. Carpinteyro, S. (2011). Tratamiento de aguas residuales empleando polímeros naturales y biodegradabilidad de los lodos generados. Tesis para obtener el Grado de Maestría en Ciencias de Bioprocesos. Instituto Politécnico Nacional.
13. Castrillón, D y De Los Ángeles, M. (2012). Determinación de las dosis óptimas del coagulante sulfato de aluminio granulado tipo b en función de la turbiedad y el color para la potabilización del agua en la planta de tratamiento de Villa Santana. Trabajo de Grado para optar al título de Tecnólogo Químico. Universidad Tecnológica De Pereira.
14. Cayotopa, L. & Rodríguez, K. (2011). Estudio Comparativo de Sulfato de Aluminio y semillas de Moringa Oleífera como coagulante para el tratamiento de aguas del Río Santa. Tesis para optar al grado de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Trujillo.
15. CERON ALARCON, Ivan Dario; GARZON MENESES, Nadine Lizbeth. Evaluación de la semilla de moringa oleífera como coadyudante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas naturales del río bogota en su paso por el municipio de Villapinzon Cundinamarca. 2016.
16. CONTAMINACIÓN ambiental por Orozco, Carmen. Et.al. España. Editorial Paraninfo, S.A. 2011. 685.pp. ISBN: 978-84-9732-178-5
17. CONTRERAS SANABRIA, Katheryn Lizet; GUTIERREZ MAYTA, Tania Mabel. Remoción de plomo de las aguas del efluente minero de Yauli La Oroya utilizando el coagulante de maguey (*Agave Americana* L.) A nivel de laboratorio. 2015.
18. CHOWDHURY, Manjushree [et al]. Treatment of leather industrial effluents by filtration and coagulation processes. *Water Resources and Industry*, 3:11-22, setiembre 2013.
19. Díaz, E., Alvarado, A., Camacho, K. El tratamiento de agua residual domestica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario

de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. México D.F, 2012.

ISBN: 14058626.

20. DUARTE, Damileth Dearmas; HERNÁNDEZ, Luis Francisco Ramírez. Remoción de nutrientes mediante coagulantes naturales y químicos en planta de tratamiento de aguas residuales, Valledupar Colombia. RIAA, 2015, vol. 6, No 2, p. 183-196.
21. ESTRADA TORDECILLA, Ana María; FERIA DÍAZ, Jhon Jairo BERMÚDEZ ROA, Sixto. Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. 2014.
22. FLORES HERRERA, Mauricio Bladimir. Remoción de arsénico con cáscara de Semilla de Girasol mediante el proceso de adsorción en aguas del manantial Puncomachay, Jauja 2016. 2016.
23. GAO, B., Hahn, C. y Hoffmann, E. (2002). Evaluation of aluminum-silicate polymer composite as a coagulant for water treatment. *Water Research*, 36, 3573–3581.
24. GARCÍA Fayos, Beatriz. Metodología de extracción in situ de coagulantes Naturales procedentes de semillas para la clarificación de agua superficial aplicación en países en vías de desarrollo. 2011.
25. HUAYLLACAHUA, Huamani; MILAGROS, Weny. Eficacia de remoción de microorganismo en las aguas residuales de Chuquitanta usando extractos de metabolitos del *Smallanthus Sonchifolius* (Yacón) y *Schinus Molle* (Molle). 2017.
26. LARREA, J. A., Rojas, M. M., Romeu, B., Rojas, N., & Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Cenic-Redalyc*, 44, 24–31. Retrieved from www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf.
27. LIM, T. k. 2012. Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants. En: 1023 pagsisbn 9400740530, 9789400740532, Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants. 4ta edicio. London: Springer, pp. 381. ISBN 978-94-007-4052-5.
28. LORENZO-ACOSTA, Yaniris. Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 2006, vol. 40, no 2, p. 10-17.

29. NOUGBODÉ, Yéwêgnon Alima Esther Irma, et al. Evaluación de *Opuntia dillenii* como coagulante natural en la clarificación del agua: caso de tratamiento de aguas superficiales altamente turbias. *Revista de recursos hídricos y Protección*, 2013, vol. 5, no 12, p. 1242.
30. MARTÍN C.; Martín G.; García A.; Fernández T.; Hernández E. y Puls J. (2013) "Potenciales aplicaciones de *Moringa oleífera*", *Pastos y Forrajes*, vol. 36, N°. 2, pp. 137-149, ISSN: 0864- 0394, Sistema de Información Científica Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal), Matanzas, Cuba.
31. MAS, Marielba, et al. Uso de la *Moringa oleífera* para el mejoramiento de la calidad del agua de un efluente doméstico proveniente de lagunas de estabilización. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 2011, vol. 45, N° 2. pp169-180 – ISN: 0375-538X, Universidad de Zulia, Venezuela
32. MEZA N.; Bautista, D.; Morales, V. (2014). *El níspero Biología y Técnicas de Cultivo* – Instituto Nacional de Investigación Agrícola – INIA, Trujillo – Venezuela.
ISBN: 978-980-318-297-7
33. NOYOLA, A., Morgan, J., Patricia, L. Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F, 2013.
ISBN: 9786070248221.
34. OLIVERO VERBEL, Rafael, et al. *El Nopal (Opuntia ficus-indica) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua*. 2015.
35. ORTIZ, Ángel Villabona; ASTUDILLO, Isabel Cristina Paz; GARCÍA, Jasser Martínez. Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 2013, vol. 15, no 1, p. 137-144.
36. PÉREZ, F y Camacho, K. *Tecnologías para el tratamiento de aguas servidas*. Universidad Veracruzana: Facultad de Ciencias Químicas. Tesina para aprobar el examen demostrativo de la experiencia recepcional en el programa de ingeniería ambiental. Tuxpan: México. 2011. [Fecha de Consulta: 16 de setiembre del 2018] Recuperado de

<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29490/1/PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf>.

37. RAMÍREZ ARCILA, Hildebrando; JARAMILLO, Jhoan. Uso potencial de agentes clarificantes y desinfectantes de origen natural para el tratamiento integral del agua caracterizado por pisos térmicos. 2018.
38. TRATAMIENTO de Aguas Residuales por Romero, Jairo. Ed. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2010. 1248 pp. ISBN:958-8060-13-3
39. ALVAREZ Suaso, Tania. Uso de la semilla de tamarindo (*tamarindus indica*) como coagulante orgánico en procesos de coagulación – floculación en el tratamiento de agua para potabilización. Tesis (Magister en Ciencias de ingeniería Sanitaria). Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016, p.139.
40. FU, X., KONG, W., PENG, G., ZHOU, J., AZAM, M., XU, C., GRIERSON, D. y CHEN, K. 2012. Plastid structure and carotenogenic gene expression in red- and white-fleshed loquat (*Eriobotrya japonica*) fruits. *Journal of Experimental Botany*, vol. 63, no. 1, pp. 341-354. ISSN 00220957. DOI 10.1093/jxb/err284.
41. ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño. JA Romero Rojas, Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, 2010, p. 17-23.
42. VEINTIMILLA Acosta, M.V. (2015). Caracterización de aguas residuales domésticas generadas en la parroquia Tachina del Cantón Esmeraldas (Doctoral disertación).
43. VIADES-TREJO, Josefina. Fisicoquímica farmacéutica (0108) unidad 3. Sistemas dispersos. 2012. [Fecha de Consulta: 06 de setiembre del 2018] Recuperado de:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Unidad3.SistemasDispersosFarmaceuticos._23526.pdf
44. INEI CENSOS NACIONALES 2007. Recuperado:
<http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>
45. OEFA 2014. Recuperado https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
46. Ministerio de Agricultura 2007.

Recuperado:http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/fuentes_agua_superficial_mala_0_0.pdf.

47. Decreto Supremo Decreto Supremo N o 003-2010-MINAM. Límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de aguas residuales Domésticas o Municipales.
48. Decreto Supremo D.S TABLA 002-2008-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA).

ANEXOS

Anexo N° 1 Formato Etiquetados para las muestras de aguas residuales domésticas y coagulante natural

		ETIQUETAS PARA MUESTRAS DE AGUA	
CÓDIGO:			
RESPONSABLE:			
SOLICITANTE:			
DIRECCIÓN		TELF:	
CODIGO:	FECHA:	HORA:	
SITIO DE MUESTREO:		PTO. DE TOMA	
PARAMETRO REQ.:		Temperatura:	pH:
MUESTRA PARA:	MO:	F-Q:	

		ETIQUETAS PARA MUESTRAS DE COAGULANTES NATURALES	
IDENTIFICACIÓN:			
RESPONSABLE:			
SOLICITANTE:			
DIRECCIÓN		TELF:	
LUGAR DE MUESTREO:		HORA:	
		Temperatura:	

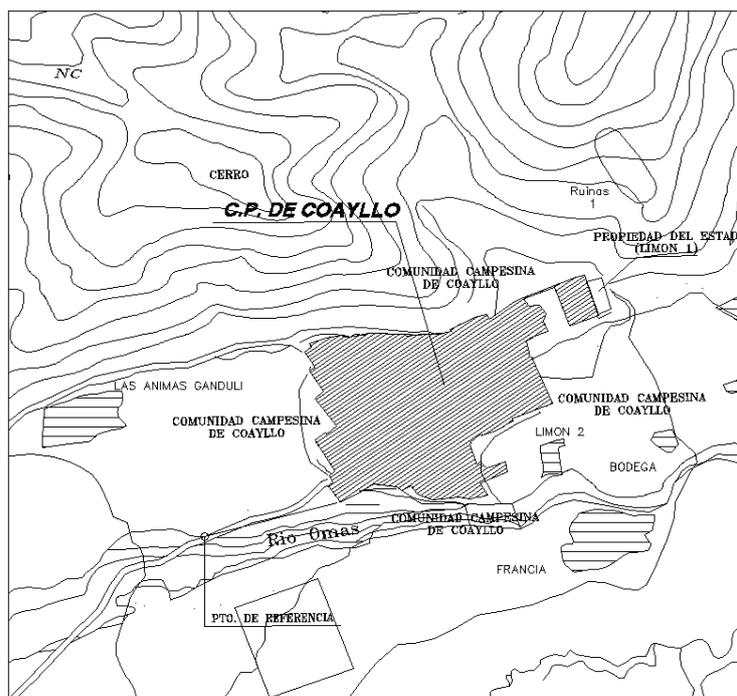
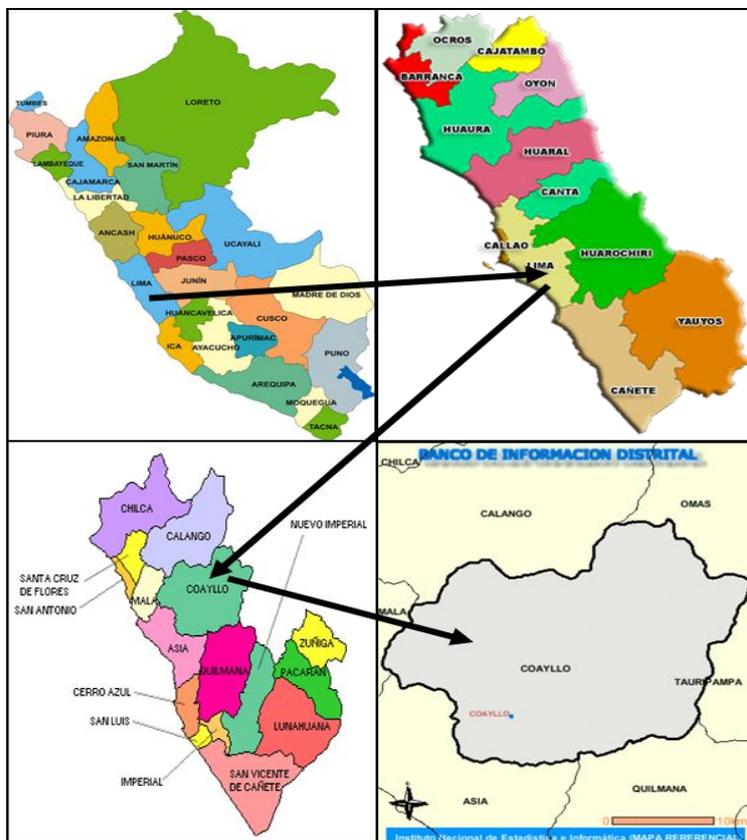
Anexo N° 2 Ficha de Observación datos de campo aguas residuales

		FORMATO PARA TOMAS DE MUESTRAS DE COAGULANTES NATURALES					
RESPONSABLE:				PTO. DE MUESTREO:			
SOLICITANTE:							
DIRECCION:							
Código	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	N° de muestra	Preservar ante y conservar ante	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		
					Tipo de envase	Cantidad	Temperatura

Anexo N° 3 Fichas de observación datos de campo semillas de níspero

		FORMATO PARA TOMAS DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES							
RESPONSABLE:				PTO. DE MUESTREO:					
SOLICITANTE:									
DIRECCION:									
Código	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	N° de muestra	Preservar ante y conservar ante	ANÁLISIS REQUERIDO				
					DBO	DDO	TURBIEDAD	pH	SST.

Anexo N° 4 Croquis de la zona de estudio



Anexo N° 5 Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA										
"REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y MATERIA ORGÁNICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EMPLEANDO SEMILLAS DE NISPERO DE LA ZONA URBANA DE COAYLLO - LIMA"										
TIPO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDA	
GENERAL	¿Es eficiente el empleo de las semillas de nispero para la remoción de los sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima?	Evaluar la remoción de los sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semillas de nispero de la zona urbana de Coayllo - Lima.	La semilla de nispero es eficiente como coagulante y floculante, en la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.	USO DE SEMILLAS DE NISPERO	VARIABLE INDEPENDIENTE					
					Martin et al. (2013). Los coagulantes naturales son sustancias solubles en agua, de origen vegetal o animal, que actúan de modo similar a los coagulantes sintéticos, aglomerando las partículas en suspensión que contiene el agua cruda, facilitando su sedimentación.	En el uso de las semillas de nispero se tuvo en cuenta la velocidad de agitación y la dosis a usar.	Velocidad de agitación	Velocidad de agitación rápida	rpm	
								Velocidad de agitación lenta	rpm	
							Dosis del floculante	Nivel Bajo	gr/l	
								Nivel Alto		
Reducción del porcentaje	Sólidos suspendidos	%								
	Materia orgánica	%								
ESPECIFICO	¿Cuál es la velocidad de agitación de las semillas de nispero para la remoción de los sólidos suspendidos y materia orgánica de aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima?	Determinar la velocidad de agitación de las semillas de nispero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.	La velocidad de agitación empleando semillas de nispero influye significativamente en la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.	REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y MATERIA ORGÁNICA	VARIABLE DEPENDIENTE					
					Wang y otros (2004), indica que la operación de remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica es parte principal en el tratamiento del agua por el cual el proceso de coagulación y floculación es una de las operaciones para desestabilizar las partículas y los coloides.	La remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica se determinó por medio de los parámetros físicos y parámetros químicos	Parámetros físicos	Sólidos suspendidos totales (SST).	mg/L	
								Turbidez	NTP	
							Parámetros químicos	Demanda Química de Oxígeno (DQO).	mg/l	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).	mg/L									
ESPECIFICO	¿Cuál fue la dosis de la semilla de nispero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima?	Determinar la dosis del floculante de las semillas de nispero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica, de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.	La dosis del floculante empleando semillas de nispero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica genera un efecto significativo en las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.	REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y MATERIA ORGÁNICA	VARIABLE DEPENDIENTE					
					Wang y otros (2004), indica que la operación de remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica es parte principal en el tratamiento del agua por el cual el proceso de coagulación y floculación es una de las operaciones para desestabilizar las partículas y los coloides.	La remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica se determinó por medio de los parámetros físicos y parámetros químicos	Parámetros físicos	Sólidos suspendidos totales (SST).	mg/L	
								Turbidez	NTP	
							Parámetros químicos	Demanda Química de Oxígeno (DQO).	mg/l	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).	mg/L									
ESPECIFICO	¿Cuál fue la reducción del porcentaje de la semilla de nispero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima?	Determinar la reducción porcentual empleando semillas de nispero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica después del tratamiento de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima.	La reducción porcentual empleando semillas de nispero para la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica es mayor al 60% después del tratamiento de las aguas residuales domésticas de la zona urbana de Coayllo - Lima	REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y MATERIA ORGÁNICA	VARIABLE DEPENDIENTE					
					Wang y otros (2004), indica que la operación de remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica es parte principal en el tratamiento del agua por el cual el proceso de coagulación y floculación es una de las operaciones para desestabilizar las partículas y los coloides.	La remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica se determinó por medio de los parámetros físicos y parámetros químicos	Parámetros físicos	Sólidos suspendidos totales (SST).	mg/L	
								Turbidez	NTP	
							Parámetros químicos	Demanda Química de Oxígeno (DQO).	mg/l	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).	mg/L									

Elaboración propia

Anexo N° 6 Resultados de Laboratorio



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



INFORME DE ENSAYO N° 184828 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : LUZ MARIBEL BOLIVAR SAUÑE
 Dirección : El Agustino
 Solicitado Por : LUZ MARIBEL BOLIVAR SAUÑE
 Referencia : Cotización N°3256-18R1
 Proyecto : TESIS DENOMINADA: Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semillas de níspero en la zona urbana de Coaylo - Lima
 Procedencia : Coaylo - Cañete - Lima
 Muestreo Realizado Por : LUZ MARIBEL BOLIVAR SAUÑE
 Cantidad de Muestra : 1
 Producto : Agua Residual
 Fecha de Recepción : 16/10/2018
 Fecha de Ensayo : 16/10/2018 al 22/10/2018
 Fecha de Emisión : 29/10/2018

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	184828-01		
Código de Cliente	AR-01		
Fecha de Muestreo	16/10/2018		
Hora de Muestreo (h)	14:00		
Tipo de Producto	Agua Residual		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Fisicoquímicos			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2,0	1386
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5,0	3065
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	6	1005
Turbiedad	NTU	0,25	1000

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, "R" = Resolución cuantificable, "L" = Límite de Detección de Método, "N" = No Analizado
 ">" = Mayor al rango lineal permitido por la técnica analítica.

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Fisicoquímicos		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SM 5210 B, 23rd. Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SM 5220 D, 23rd. Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Totales Suspendidos	SM 2540 D, 23rd. Ed. 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
Turbiedad	SM 2130 B, 23rd. Ed. 2017	Turbidity, Nephelometric Method

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 23rd. Ed. 2017

Alfonso Vilca M.
 CCSSA
 C.Q.P. N° 387

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, tanto 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° 185035 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : LUZ MARIBEL BOLIVAR SAÑE
Dirección : D. Agustino
Solicitado Por : LUZ MARIBEL BOLIVAR SAÑE
Referencia : Cotización N°3256-10R1
Proyecto : TESIS DENOMINADA: Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semillas de riñero en la zona urbana de Coayto - Lima
Procedencia : Coayto - Cañete - Lima
Muestras Realizado Por : LUZ MARIBEL BOLIVAR SAÑE
Cantidad de Muestra : 1
Producto : Agua Residual
Fecha de Recepción : 26/10/2018
Fecha de Ensayo : 26/10/2018 al 05/11/2018
Fecha de Emisión : 05/11/2018

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	185035-01		
Código de Cliente	AR-02		
Fecha de Muestreo	26/10/2018		
Hora de Muestreo (h)	2:00		
Tipo de Producto	Aguas Residuales		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado
Físicoquímicos			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2,0	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6,0	43
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	6	25
Turbiedad	NTU	0,25	700

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método; L.D.M. = Límite de detección del método; "N" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado; "ND" = Resultado cuantificable; "L" = Límite de Detección del Método; "L" = No Analizado

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	TÍTULO
Físicoquímicos		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SM 521E B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 522E D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (DQO), Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Totales Suspendidos	SM 254E D, 23rd Ed. 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
Turbiedad	SM 213E B, 23rd Ed. 2017	Turbidity Nephelometric Method

SGSAS: "SM" Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 23rd Ed. 2017

Alfonso Vilca M.
C.Q.P. N° 547

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 de 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, tanto en digital como en físico es de 4 años.

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

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

“ FIN DEL INFORME ”

Anexo N° 7 - Certificado de Acreditación INACAL Laboratorio de Ensayo

<h1>Certificado</h1>	 <p>INACAL Instituto Nacional de Calidad Acreditación</p>
<p>La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:</p>	
<h2>ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.</h2>	
<p>Laboratorio de Ensayo</p>	
<p>En su sede ubicada en: Calle B Mz. C Lt. 40, Urb. Habilitación Industrial Panamericana Norte, Distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima</p>	
<p>Con base en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración</p>	
<p>Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.</p>	
<p>Fecha de Renovación: 01 de mayo de 2018 Fecha de Vencimiento: 30 de abril de 2022</p>	
  <p>MÓNICA NÚÑEZ CABAÑAS Directora, Dirección de Acreditación - INACAL</p>	
<p>Cédula N° : 335-2018-INACAL/DA Contrato N° : 029-2018/INACAL-DA Registro N° : LE-056</p>	<p>Fecha de emisión: 20 de junio de 2018</p>
<p><i>El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.</i></p>	
<p><i>La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).</i></p>	
<p>DA-acr-01P-02M Ver. 02</p>	

Anexo N° 8 Certificados de Calibración de equipos e instrumentos de laboratorio



CERTIFICADOS DE CALIBRACION Y/O VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE LOS EQUIPOS

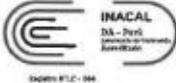
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS
BALANZA ELECTRONICA

DIVISIÓN DE METROLOGÍA



Kossodo
el mejor EQUIPO para su laboratorio

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 006



INACAL
DA - Perú
Instituto Nacional de
Acreditación

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

N° BD17-C-0824

Cliente:	ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.	Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). KOSSODO S.A.C. - División de Metrología mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la cadena de trazabilidad de las mediciones que realiza, así mismo realiza certificaciones metrologías a solicitud de los interesados y brinda asistencia técnica en temas relacionados al campo de la metrología en la industria peruana. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Cubiere:		
Dirección:	Cal. B Mza. C Lote 40 Urb. Panamericane - San Martín de Porres	
Objeto calibrado:	Balanza Electrónica	
Marca:	METTLER TOLEDO	
Modelo:	AG205	
Número de Serie:	1120121056	
Identificación:	LAB-04 (*)	
Lugar de Calibración:	Área de Balanzas - Físico Químico	This Calibration Certificate documents the traceability to national or international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). KOSSODO S.A.C. - Metrology Division supports and calibrates its standards of reference to guarantee the traceability of the measurements realized, as well as the metrological certification of the request of the interested parties and offers technical assistance in topics related to the metrology field in the Peruvian industry. In order to ensure the quality of measurements the user should recalibrate his instruments at appropriate intervals.
Orden de Trabajo:	OT-01701619	
Fecha de Calibración:	2017-11-18	
Fecha de Emisión:	2017-11-24	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO
Technical characteristics of the object calibrated

Capacidad Máxima (Max):	81 g / 210 g	Cap. Mínima (Min):	0,001 g (*)	Número de Divisiones (n):	61000 / 210000
Maximum Capacity		Minimum load		Number of Scale Intervals	
División de escala real (d):	0,0001 g / 0,0001 g	División de verificación de escala (e):	0,001 g / 0,001 g (*)	Clase de Exactitud:	(*)
Division from real scale		Division verification of scale		Accuracy Class	

METODO DE CALIBRACIÓN
Calibration Method

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, siguiendo el procedimiento P-CAL-01 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático" (Versión 03) basado en el PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) del SNM-INDECOP, este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la recomendación internacional OIML R-76:2006.

Calibration was performed by direct comparison between the indications of the scale reading and the loads applied by standard weights, following the procedure P-CAL-01 "Calibration Procedure non-automatic scales" (Version 03) based on PC-011 "Procedure for the calibration of non-automatic scales class I and II" (Edition 04) of the SNM-INDECOP, this procedure meets the tests performed on non-automatic scales agree to the international recommendation OIML R-76: 2006.



Director de Metrología
Metrology Director



Ernesto Rodríguez Morán

Supervisor de Laboratorio
Laboratory Supervisor



Germán Quiroz Ríos

F-MET-06 Versión: 03 Aprobado el 2015-10-18
Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Kossodo S.A.C. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes
Noi dovoljena celostna ali delna kopiranja tega dokumenta brez dovoljenja Kossodo S.A.C. Ta dokument ni veljavna brez ustreznih pečatov in podpisov
Oficina de Ventas: La Cheta 1141 - Lima - Perú | Teléfono: (+51 1) 619-8800 | Anexo 1401 | E-mail: metrologia@kossodo.com | www.kossodo.com

Página 1 de 4

INFORME TÉCNICO AL CERTIFICADO TE-343-2018

Eq: E444-758B-18

1 SOLICITANTE : ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.
2 DIRECCIÓN : Cal. B Mza. C Lote 40 Urb. Panamericana, San Martín de Porres -
Lima
3 INSTRUMENTO DE MEDIDA : Estufa
Identificación : LAB-237
4 TOLERANCIAS : 70 °C ± 2 °C 104 °C ± 1 °C 180 °C ± 2 °C

5 CONCLUSIONES

- » El solicitante requiere se indique el cumplimiento con las tolerancias correspondientes a sus métodos de ensayo y/o procedimientos.
- » La directriz de INACAL DA-acr-06D Versión:00 en el punto 5.10.5 referente a Opiniones e Interpretaciones, indica "Cuando el Laboratorio de Ensayo o Calibración le sean solicitadas opiniones, interpretaciones, sugerencias o recomendaciones a partir de los resultados del ensayo o calibración, éstas deben hacerse en un documento que no formen parte del informe de ensayo o certificado de calibración" es por ello que las tolerancias de temperatura y el cumplimiento deben hacerse en un documento que no forme parte del certificado acreditado.
- » Analizando los resultados del certificado de calibración se concluye que durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma Si cumple con las tolerancias requeridas por el solicitante. Salvo que exista una normativa o razones técnicas que sustenten debidamente lo contrario. Según el punto 11. del PC-018 Declaración de cumplimiento de Límites específicos de Temperatura.

Arequipa, 20 de marzo de 2018


Alberto Velazco Ligueros
Ing. Mecánico CIP 23 716
Gerente General
LO JUSTO S.A.C.

ISO / IEC 17025

**DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5)
OXIMETRO DE INDICACION DIGITAL CON AGITADOR INCORPORADO**



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L

**INFORME DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL
N° 6357-18**

SOLICITANTE : ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.
DIRECCIÓN : Calle B Mz C Lote 40 Urb. Panamericana - SMP
FECHA DE MANTENIMIENTO : 26 de Marzo del 2018
PRÓXIMO MANTENIMIENTO : Marzo del 2019

EQUIPO : OXIMETRO DE INDICACION DIGITAL CON AGITADOR INCORPORADO
FABRICANTE : YSI
MODELO : 5000
SERIE : 96B46230
CÓDIGO : LAB-31

1.- CONDICIONES DE VERIFICACION

Temperatura Ambiental Inicial : 21.5 °C Final : 21.7 °C
Humedad Relativa Final : 67.8 % Final : 67.1 %

2.- METODO DE VERIFICACION

La verificación operacional se realizó mediante el Instructivo PCAL-CMO-05 "Calibración de Sonda de Oxígeno Disuelto (OD)".

3.-ESTANDARES UTILIZADOS

- Solución Cero (Ajuste).
- Venteo al aire libre por saturación para la (Verificación).

4.-RESULTADOS

- Los resultados de la verificación se muestran en la página 02 del presente documento.
- Para la estimación de la incertidumbre se ha utiliza un factor de cobertura K=2 con un nivel de confianza del 95%.

5.-OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "ETIQUETA DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL".

6.-CONCLUSIONES

El instrumento se encuentra operativo y cumple con las tolerancias indicadas en los certificados de análisis.

Realizado por:

Mario Yagui Uchida
MARIO YAGUI UCHIDA



FE: Abr 12
FR: 01

CORPORACION METROLOGICA ORION SRL TELEFAX RPM/ RPC E-mail

PC-VER-01

Av. Prolongación Iquitos N° 2487 Ofic. 304
Lima 14, Perú

422-6090 #976832268 info@corporacion.com.pe
Nextel: 613*4955 987414737

Página 1 de 2



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L

INFORME DE V.O. N° 6357-18

7. TABLA DE RESULTADOS DE LA VERIFICACION OPERACIONAL

**OXIGENO DISUELTO
CALIBRACIÓN (AJUSTE)**

Valor Nominal de Ajuste (%)	Valor ajustado (%)	Temperatura (°C)
100	100	21.5

VERIFICACION DE LA CALIBRACION

Valores Obtenidos (%)	Desviación (%)	Promedio (%)	Incertidumbre (%)	Error Máximo Permisible
100.3	0.3	100.2	±0.35	± 1%
100.1	0.1			
100.2	0.2			

FE: 02
FE: 01

CORPORACION METROLOGICA ORION SRL

TELEFAX RPM/ RPO E-mail

FC-VER-01

Av. Prolongación Iquitos N° 2487 Ofic. 304
Lima 14, Perú

422-6090 #976832268 info@corporacion.com.pe
Nextel: 613*4955 987414737

Página 2 de 2



7.-RESULTADOS DE LA VERIFICACION OPERACIONAL

CALIBRACION (AJUSTE)

Lote del Standard	N° de lote	Valor del Standard (NTU)	Valor ajustado (NTU)
A4005	3326	< 0,1	0,1
	3346	20	20
	3346	100	100
	3323	800	800

VERIFICACION DE LA CALIBRACION

Valor Nominal Standard	Valores Obtenidos (NTU)	Promedio (NTU)	Incertidumbre (NTU)	Error Máximo Permisible
0 - 10 NTU	5.15	5.17	± 0.02	4 - 6 NTU
	5.18			
	5.18			

Valor Nominal Standard	Valores Obtenidos (NTU)	Promedio (NTU)	Incertidumbre (NTU)	Error Máximo Permisible
0 - 100 NTU	51.3	51.6	± 0.1	40 - 60 NTU
	51.8			
	52.0			

Valor Nominal Standard	Valores Obtenidos (NTU)	Promedio (NTU)	Incertidumbre (NTU)	Error Máximo Permisible
0 - 1000 NTU	505	508	± 2	400 - 600 NTU
	508			
	510			

FE N° 12

CORPORACION METROLOGICA ORION SRL TELEFAX RPM/ RPC E-mail

Av. Progl. Iquitos N° 2487 Of. 304
Lima 14, Perú

422-6090 #976832268 info@corporacion.com.pe
Nextel: 613*4955 987414737

TURBIEDAD

TURBIDIMETRO DE INDICACION DIGITAL



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L

**INFORME DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL
N° CT-1950-17**

SOLICITANTE : ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.
DIRECCION : Calle B Mz C Lote 40 Urb. Panamericana - SMP
FECHA DE VERIFICACIÓN : 15 de Noviembre del 2017
PRÓXIMA VERIFICACIÓN : Noviembre del 2018

INSTRUMENTO : TURBIDIMETRO DE INDICACION DIGITAL
FABRICANTE : HACH
MODELO : 2100P
SERIE : 930700003300
COD. IDENTIFICACION : LAB-43

1.-CONDICIONES DE VERIFICACIÓN

Temperatura ambiental: Inicial : 21.6 °C Final : 21.4 °C
Humedad relativa: Inicial : 61 % Final : 61 %

2.-METODO DE VERIFICACIÓN

La verificación operacional se realizó utilizando el Instructivo IQ-CMO-04 empleando estándares certificados.

3.-ESTANDARES UTILIZADOS

- Set de Estándares Primarios Stabical Hach Cat. 2659405 Lote A4006.
- Estándares Secundarios de Turbidez Gelex D-10 / D-100 / D-1000 NTU Lotes A2562 / A2572 / A2582.
- Termohigrometro FLUKE Modelo 971 con Certificado de Calibración INNOCAL N° TH37930416.

4.-RESULTADOS

- Los resultados de la verificación se muestran en la página 02 del presente documento.
- Para la estimación de la incertidumbre se ha utilizado un factor de cobertura $K = 2$ con un nivel de confianza de 95%.

5.-OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "ETIQUETA DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL".

6.-CONCLUSIONES

El instrumento se encuentra operativo y cumple con las pruebas de verificación de turbidez.

Realizado por:


MARIO YAGUI UCHIDA
CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.
Departamento de Metrología

FE-04-17
REV. 00

CORPORACION METROLOGICA ORION SRL

TELEFAX

RPM/ RPC

E-mail

Av. Prolog. Iquitos N° 2487 Of. 304
Lima 14, Perú

422-6090 #976832268 info@corporacion.com.pe
Nextel: 613*4955 987414737

TC-04-17
Página 1 de 2



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L

**INFORME DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL
N° 2175-18**

SOLICITANTE : ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.
DIRECCIÓN : Calle B Mz C Lote 40 Urb. Panamericana - SMP
FECHA DE MANTENIMIENTO : 18 de Enero del 2018
PRÓXIMO MANTENIMIENTO : Enero del 2019

EQUIPO : ESPECTROFOTOMETRO UV-VISIBLE DE INDICACION DIGITAL
FABRICANTE : THERMO SPECTRONIC
MODELO : HELIOS AQUAMATE
SERIE : AQA114925
CÓDIGO : LAB-226

1.- CONDICIONES DE VERIFICACION

Temperatura Ambiental Inicial : 21.3 °C Final : 21.5 °C
Humedad Relativa Final : 62.8 % Final : 63.8 %

2.- METODO DE VERIFICACION

La verificación operacional se realizó utilizando el manual IQ-CMO-06 empleando filtros certificados.

3.- ESTANDARES UTILIZADOS

Absorbance Standard Set VQC 930e Serie N° 089 Certificado de Calibración N° N06124.

4.- RESULTADOS

Los resultados de la verificación se muestran en la página 02 del presente documento.

5.- OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "ETIQUETA DE VERIFICACION OPERACIONAL".

6.- CONCLUSIONES

El equipo se encuentra operativo y cumple con las pruebas de verificación de absorbancia.

Realizado por:

Mario Yagui Uchida
MARIO YAGUI UCHIDA



FE: AM 12
FR: 21

CORPORACION METROLOGICA ORION SRL TELEFAX RPM/ RPC E-mail

FC-VER-01

Av. Prolongación Iquitos N° 2487 Ofic. 304
Lima 14, Perú

422-6090 #976832268 info@corporacion.com.pe
Nextel: 613*4955 987414737

Página 1 de 2

Anexo N° 9 Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA) (D.S. N°015-2015-MINAM)

569076

NORMAS LEGALES

Sábado 19 de diciembre de 2015 /  El Peruano

PODER EJECUTIVO

AMBIENTE

Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación

DECRETO SUPREMO
N° 015-2015-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, según el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como a sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, referido al rol de Estado en materia ambiental, dispone que éste a través de sus entidades y órganos correspondientes diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha Ley;

Que, el artículo 31° de la Ley N° 28611, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33 de la citada ley, dispone que en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, este Ministerio tiene como función específica elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), debiendo ser aprobados o modificados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprobaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y, mediante Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprobaron las disposiciones para la implementación de dichos estándares;

Que, las referencias nacionales e internacionales de toxicidad consideradas en la aprobación los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua han sido modificadas, tal como lo acreditan los estudios de investigación y guías internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica, de la Comunidad Europea, entre otros;

Que, asimismo, el Ministerio del Ambiente ha recibido diversas propuestas de instituciones públicas y privadas, con la finalidad de que se revisen las subcategorías, valores y parámetros de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua vigentes, por lo que, resulta necesario modificar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N°

002-2008-MINAM y precisar determinadas disposiciones contenidas en el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM;

Que, en el marco de lo dispuesto en el Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, la presente propuesta ha sido sometida a consulta y participación ciudadana, en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y el artículo 118° de la Constitución Política del Perú.

DECRETA:

Artículo 1.- Modificación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Modifíquese los parámetros y valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, detallados en el Anexo de la presente norma.

Artículo 2.- ECA para Agua y políticas públicas

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, y en el diseño de normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

Artículo 3.- ECA para Agua e instrumentos de gestión ambiental.

3.1. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental

3.2. Los titulares de la actividad extractiva, productiva y de servicios deben prevenir y/o controlar los impactos que sus operaciones pueden generar en los parámetros y concentraciones aplicables a los cuerpos de agua dentro del área de influencia de sus operaciones, advirtiendo entre otras variables, las condiciones particulares de sus operaciones y los insumos empleados en el tratamiento de sus efluentes; dichas consideraciones deben ser incluidas como parte de los compromisos asumidos en su instrumento de gestión ambiental, siendo materia de fiscalización por parte de la autoridad competente

Artículo 4.- Excepción de aplicación de los ECA para Agua.

4.1. Las excepciones para la aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua previstas en el Artículo 7° de las disposiciones para su implementación aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM se aplican de forma independiente.

4.2. El supuesto previsto en el literal b) del citado Artículo 7° constituye una excepción de carácter temporal que es aplicable para efectos del monitoreo de calidad ambiental y en el seguimiento de las obligaciones asumidas por el titular de la actividad.

Artículo 5.- Revisión de los ECA para Agua.

5.1. Conjuntamente con los límites máximos permisibles aplicables a una actividad, las entidades de fiscalización ambiental verifican la eficiencia del tratamiento de efluentes y las características ambientales particulares advertidas en los estudios de línea de base, o los niveles de fondo que caracterizan los cuerpos de agua dentro del área de influencia de la actividad sujeta a control.

5.2. Dicha información se sistematiza y remite al Ministerio del Ambiente, de conformidad con el artículo 9 de las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, para efectos de la revisión periódica del ECA para Agua.

Artículo 6.- Actualización del Plan de Manejo Ambiental de las Actividades en Curso

Para la actualización del Plan de Manejo Ambiental de las Actividades en Curso se observa los siguientes procedimientos:

6.1. El Titular de la actividad extractiva, productiva y de servicios en curso evalúa si las obligaciones ambientales contenidas en su instrumento de gestión ambiental vigente requieren ser modificadas en virtud a los ECA para Agua establecidos en la presente norma, de modo que su actividad no afecte los cuerpos de agua existentes en el área de influencia de sus operaciones.

6.2. El Titular tiene un plazo de seis (6) meses, contado a partir de la entrada en vigencia de la presente norma, para comunicar a la autoridad ambiental competente si los valores de los ECA para Agua ameritan la modificación de su instrumento de gestión ambiental vigente.

A partir de la fecha de la comunicación formulada a la Autoridad Ambiental Competente, el Titular tiene un plazo de doce (12) meses adicionales para presentar la modificación del mencionado instrumento de gestión ambiental.

6.3. La Autoridad Ambiental Competente tiene un plazo máximo de noventa (90) días calendario para evaluar y aprobar el Plan de Manejo Ambiental presentado. En el marco del plazo descrito, la Autoridad Ambiental Competente tiene un plazo máximo de cuarenta y cinco (45) días calendario para revisar y remitir las observaciones al Titular respecto al Plan de Manejo Ambiental presentado, en caso corresponda. El Titular tiene un plazo máximo de treinta (30) días calendario para la presentación del levantamiento de las observaciones que haya efectuado la Autoridad Ambiental Competente al Plan de Manejo Ambiental presentado.

6.4. El plazo máximo para la implementación de las medidas de adecuación, contenidas en la modificación del instrumento de gestión ambiental, es de tres (03) años, contado a partir de la aprobación por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

6.5. Si el titular no formula comunicación ni presenta la modificación de su instrumento de gestión ambiental dentro de los plazos descritos en el presente artículo, son de referencia automática los ECA para Agua aprobados en el artículo 1 del presente decreto supremo.

La solicitud de modificación no suspende la ejecución de las obligaciones ambientales establecidas en instrumentos de gestión ambiental previamente aprobados por la Autoridad Ambiental Competente, ni el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, según corresponda.

Artículo 7.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Agricultura y Riego, la Ministra de Energía y Minas, el Ministro de Salud y el Ministro del Ambiente.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Para efectuar los monitoreos en aplicación de la presente norma, la autoridad ambiental competente debe considerar los parámetros asociados prioritariamente a la actividad extractiva, productiva o de servicios y a aquellos que permitan caracterizar las condiciones naturales de la zona de estudio o el efecto de otras descargas en la zona.

Segunda.- La entidad de fiscalización ambiental supervisa, una vez concluido el plazo para la implementación del instrumento de gestión ambiental correspondiente, que las actividades extractivas, productivas y de servicios realicen sus operaciones considerando los valores y parámetros establecidos en la presente norma.

Tercera.- El Titular de la actividad minera que se encuentre implementando su instrumento de gestión ambiental de acuerdo al Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM o el Plan Integral, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas, en concordancia con lo establecido en el Decreto Supremo N° 010-2011-MINAM, tiene un plazo de sesenta (60) días calendario para evaluar e informar a dicha autoridad si el plan aprobado requiere ser modificado, a fin de guardar relación con los ECA para Agua aprobados en el artículo 1 de la presente norma.

A partir de la fecha de la comunicación a la Autoridad Ambiental Competente, el Titular tiene un plazo de doce (12) meses adicionales para presentar la modificación de su Plan Integral o el instrumento de gestión ambiental que corresponda.

El proceso de evaluación y aprobación del Plan Integral presentado por parte de la Autoridad Ambiental Competente, se rige por lo dispuesto en el artículo 6° de la presente norma.

El plazo máximo para el cumplimiento del proceso de adecuación es de tres (03) años, contado a partir de la aprobación de la modificación del Plan Integrado por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

La solicitud de modificación no suspende la obligación de cumplir, como mínima exigencia, con los valores de Límites Máximos Permisibles (LMP) anteriormente aprobados contenidos en su instrumento de gestión ambiental vigente, hasta la conclusión del proceso de adecuación.

En caso el Titular minero no cumpla con informar a la Autoridad Ambiental Competente la necesidad de la modificación o no presente la modificación de su Plan Integral o el instrumento de gestión ambiental correspondiente en los plazos establecidos en la presente disposición, se le aplican los compromisos asumidos y el cronograma de ejecución consignado en el Plan Integral aprobado.

Cuarta.- El Titular de la actividad minera que haya cumplido con presentar un Plan Integral, en concordancia con lo establecido en el Decreto Supremo N° 010-2011-MINAM; pero que a la fecha de la publicación de la presente norma no cuente con la aprobación por parte del Ministerio de Energía y Minas, tiene un plazo de sesenta (60) días calendario para evaluar e informar a dicha Autoridad Ambiental si el Plan Integral presentado requiere una actualización a los valores de los ECA para Agua aprobados en el artículo 1 de la presente norma.

Efectuada dicha comunicación, la Autoridad Ambiental Competente devuelve el expediente respectivo al Titular minero en el plazo máximo de diez (10) días calendario. A partir de la fecha de la referida devolución el Titular minero tiene un plazo de doce (12) meses para presentar una actualización del Plan Integral inicialmente presentado.

El proceso de evaluación y aprobación de la actualización del Plan Integral por parte de la Autoridad Ambiental Competente, se rige por lo dispuesto en el artículo 6° de la presente norma.

El plazo máximo para el cumplimiento del proceso de adecuación es de tres (03) años, contado a partir de la aprobación del Plan Integral por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

Si el Titular minero no comunica al Ministerio de Energía y Minas la necesidad de actualizar el Plan Integral que fuera presentado, se entiende que no requiere modificar dicho proyecto de instrumento de gestión ambiental, reanudándose su evaluación.

En caso que el Titular minero, habiendo notificado a la DGAAM del Ministerio de Energía y Minas su disposición a actualizar el Plan Integral presentado no presente dicha actualización en los plazos señalados, puede ser pasible de las sanciones que correspondan por la afectación de la eficacia de la fiscalización ambiental.

Quinta.- En un plazo no mayor a seis (6) meses mediante Resolución Ministerial el Ministerio del Ambiente establece las condiciones sobre los métodos de ensayo aplicables a la medición de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por la presente norma.

DISPOSICION COMPLEMENTARIA MODIFICATORIA

Única.- Modificación del artículo 2 de las Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua

Modifíquese el artículo 2 de las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, de acuerdo a lo siguiente:

"Artículo 2.- Precisiones de las Categorías de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Para la implementación del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y de la presente norma, se tiene en consideración las siguientes precisiones de las Categorías de los ECA para Agua:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional**Sub Categoría A. Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable****A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.**

Entiéndase como aquellas aguas, que por sus características de calidad reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

(...)

Sub Categoría B. Aguas superficiales destinadas para recreación

Son las aguas superficiales destinadas al uso recreativo, que en la zona costera marina comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea y que en las aguas continentales su amplitud es definida por la autoridad competente

(...)

Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino Costeras y Continentales**Sub Categoría C1. Extracción y cultivo de moluscos bivalvos en aguas marino costeras**

(...)

Sub Categoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

(...)

Sub Categoría C3. Otras Actividades en aguas marino costeras

Entiéndase a las aguas destinadas para actividades diferentes a las precisadas en las subcategorías C1 y C2, tales como infraestructura marina portuaria, de actividades industriales y de servicios de saneamiento.

Sub Categoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase a los cuerpos de agua destinadas a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales**Subcategoría D1: Vegetales de Tallo Bajo y Alto.**

Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo (tallo bajo), tales como plantas de ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares) y de plantas de porte arbustivo o arbóreo (tallo alto), tales como árboles forestales, frutales, entre otros.

Sub Categoría D2: Bebida de Animales.

(...)

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento y que cuyas características requieren ser protegidas.

(...)

Sub Categoría E1: Lagunas y Lagos

Comprenden todas las aguas que no presenten corriente continua, de origen y estado natural y lénico incluyendo humedales.

Sub Categoría E2: Ríos

(...)

Sub Categoría E3: Ecosistemas Marino Costeros

(...)

Marino.- Entiéndase como zona del mar comprendida desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional."

(...)

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los diecinueve días del mes de diciembre del año dos mil quince.

OLLANTA HUMALA TASSO
Presidente de la República

JUAN MANUEL BENITES RAMOS
Ministro de Agricultura y Riego

MANUEL PULGAR-VIDAL OTALORA
Ministro del Ambiente

ROSA MARÍA ORTIZ RÍOS
Ministra de Energía y Minas

ANÍBAL VELÁSQUEZ VALDIVIA
Ministro de Salud

TABLA N° 01.- PARÁMETROS Y VALORES CONSOLIDADOS.

CATEGORÍA 1 - A

PARAMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado

FÍSICOS - QUÍMICOS

Aceites y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	0,2	0,2
Cloruro	mg/L	250	250	250
Color (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruro	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de origen antropogénico.		Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de Material Flotante de origen antropico	Ausencia de Material Flotante de origen antropico
Nitrato (NO ₃ -)	mg/L	50	50	50
Nitrato (NO ₂ -)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Artenico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Urano	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
Hidrocarburos de petróleo emulsionado o disueltos (C10 - C26 y mayores a C26)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (c)	(c)	1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroforno	mg/L	0,3	**	**
Dibromodlorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodlorometano	mg/L	0,06	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Dlorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BIEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Periclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados:				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
DDT	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	Retirado
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Cetomasas:				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
Polidloros Nitrolos Totales				
PCB's	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	50	5 000	50 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
Vibrio cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoos, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estados evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0	+5x10 ²	+5x10 ²

- (a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)
- (b) Después de la filtración simple
- (c) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoforno, Cloroforno, Dibromodlorometano y Bromodlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$\frac{\text{Cloroformo}}{\text{ECloroformo}}$ $\frac{\text{Cérebroclorometano}}{\text{ECérebroclorometano}}$ $\frac{\text{Cromodibromometano}}{\text{ECdibromodibromometano}}$ $\frac{\text{Cromoformo}}{\text{ECérebroformo}}$ S 1

Dónde:
 C = Concentración en mg/L y
 ECA: Estándar de Calidad Ambiental en mg/L. (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodibromometano)
 (d) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.
 - **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.
 - Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.
 - Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada

CATEGORÍA 1 – B

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1 Contacto primario	B2 Contacto secundario
FÍSICOS - QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Delicuentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitrato (NO ₃)	mg/L	10	**
Nitrito (NO ₂)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuraz	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobalto	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1 Contacto primario	B2 Contacto secundario
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Coliformos Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1000	4 000
Coliformos Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	200	1 000
Escherichia coli	E. coli/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**
Giardia duodenalis	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos Intestinales	NMP/100 ml	200	**
Salmonella sp	Presencia/100 ml	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

- UNT : Unidad Nefelométrica de Turbiedad
- NMP/100 ml : Número más probable en 100 ml
- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

CATEGORÍA 2

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 2			
		AGUA DE MAR			AGUA CONTINENTAL
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y Cultivo de Moluscos	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas
FÍSICOS - QUÍMICOS					
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (a)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitrato (NO ₃)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	80	70	**

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 2			
		AGUA DE MAR			AGUA CONTINENTAL
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y Cultivo de Moluscos	Extracción y cultivo De otras Especies Hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies Hidrobiológicas
Sulfuro	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoníaco	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,04	0,04	0,04	**
Arénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,0004	0,0001	0,0010	0,0007
Níquel	mg/L	0,0050	0,1	0,014	0,050
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos de Petróleo Totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES					
PCB (a)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,00014
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	≤14 (área Aprobada)(c)	≤30	1 000	200
	NMP/100 mL	*288 (área restringida)(c)			

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

(1) Nitrógeno Amoniacal para Aguas Dulce :

Estándar de calidad de concentración del nitrógeno amoniacal en diferente pH y temperatura para la protección de la vida acuática (mg/L de NH₃)

Temp (°C)		pH							
		6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	10.0
0		231	73.0	23.1	7.32	2.33	0.749	0.25	0.042
5		153	48.3	15.3	4.84	1.54	0.502	0.172	0.034
10		102	32.4	10.3	3.28	1.04	0.343	0.121	0.029
15		69.7	22.0	6.98	2.22	0.715	0.239	0.089	0.026
20		48.0	15.2	4.82	1.54	0.499	0.171	0.067	0.024
25		33.5	10.6	3.37	1.08	0.354	0.125	0.053	0.022
30		23.7	7.50	2.39	0.767	0.256	0.094	0.043	0.021

Nota: Las mediciones de amoníaco total en el medio ambiente acuático a menudo se expresan en mg / L de amoníaco total -N. Los actuales valores de referencia (mg / L de NH₃) se pueden convertir a mg/L de amoníaco total -N multiplicando el valor de referencia correspondiente por 0.0224. No recomendado pauta para las aguas marinas

CATEGORÍA 3

CATEGORÍAS		ECA AGUA: CATEGORÍA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		01: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	02: BEBIDA DE ANIMALES
FÍSICOS - QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	515	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (x)	100 (x)
Conductividad	(µS/cm)	2 500	5 000
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/l	0,2	0,5
Fenoles	mg/l	0,002	0,01
Fluoruro	mg/l	1	**
Nitrato (NO ₃ -N) + Nitrito (NO ₂ -N)	mg/l	100	100
Nitrito (NO ₂ -N)	mg/l	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	4	5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Sulfato	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arénico	mg/L	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/l	0,2	0,5
Cobalto	mg/l	0,05	1
Cromo Total	mg/l	0,1	1
Hierro	mg/l	5	**
Litio	mg/l	2,5	2,5
Magnesio	mg/l	**	250
Manganeso	mg/l	0,2	0,2
Mercurio	mg/l	0,001	0,01
Níquel	mg/l	0,2	1
Plomo	mg/l	0,05	0,05
Selenio	mg/l	0,02	0,05

CATEGORIAS		ECA AGUA: CATEGORIA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
Zinc	mg/l	2	24
PLAGUICIDAS			
Parathión	ug/l	35	35
Organoclorados			
Aldrin	ug/l	0,004	0,7
Dieldrin	ug/l	0,006	7
DDT	ug/l	0,001	30
Endosulfan	ug/l	0,5	0,5
Endrin	ug/l	0,01	0,01
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/l	0,004	0,2
Lindano	ug/l	0,01	0,03
Lindano	ug/l	4	4
CARBAMATO:			
Aldicarb	ug/l	1	11
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/l	0,04	0,045
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1 000	5 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	1 000	1 000
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	20	20
Escherichia coli	NMP/100 ml	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	<1	<1

(a) para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)
 (b) Después de Filtración Simple.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.
- Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

CATEGORIA 4

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORIA 4			
		E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS COSTA Y SIERRA		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS
FÍSICOS - QUÍMICOS					
Aceites y grasas (MCH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0
Cloruro Total	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001
Color (a)	Color verdadero escala PtCo	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**
Color (b)	Color verdadero escala PtCo	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**
Demanda					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,025	0,05	0,05	0,104
Nitrato (NO ₃ -)	mg/L	13	13	13	200
Amoníaco	mg/L	1,9	1,9	1,9	0,4
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 - 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORIA 4			
		E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS COSTA Y SIERRA		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS
Sulfuro	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Arbónico	mg/L	0,01	1,6	0,01	**
Arbénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036
Boro	mg/L	0,7	0,7	1	**
Cadmio	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0052
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,011
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081
ORGÁNICOS					
I. Compuestos Orgánicos Volátiles					
Hidrocarburos					
Isómeros de petróleo HTTP	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
STEX					
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos					
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001
PLAGUICIDAS					
Organoclorados:					
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Parathión	mg/L	0,00013	0,00013	0,00013	**
ORGANOCORADOS					
Aldrin	mg/L	0,00004	0,00004	0,00004	**
Dieldrin	mg/L	0,000043	0,000043	0,000043	0,00004
DDT (Suma de DDT, DDE y DDD)	mg/L	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019
Endosulfan	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000036
Heptacloro epóxido	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00005	0,00005	0,00005	**
Pentaclorofenil (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001
CARBAMATO:					
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,0015	0,0015
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES					
(PCB's)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 mL	1 000	2 000	2 000	1 000

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)
 (b) Después de la filtración simple

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.
- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

NOTA GENERAL:

- Todos los parámetros que se norman para las diferentes categorías se encuentran en concentraciones totales, salvo se indique lo contrario
- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1325630-1

Anexo N° 10 Panel fotográfico

Figura N° 16 Toma de muestras de las aguas residuales domésticas generadas en la zona urbana de Coayllo



Figura N° 17 Toma de muestra de coagulante natural semillas de níspero



Figura N° 18 Pelado y uso del Mortero de la semilla de níspero



Figura N° 19 Pesado del polvo semillas de níspero



Figura N° 20 Preparación de la solución de la semilla de níspero



Figura N° 21 Toma de Muestra del pH



Figura N° 22 Toma de muestra de la turbidez

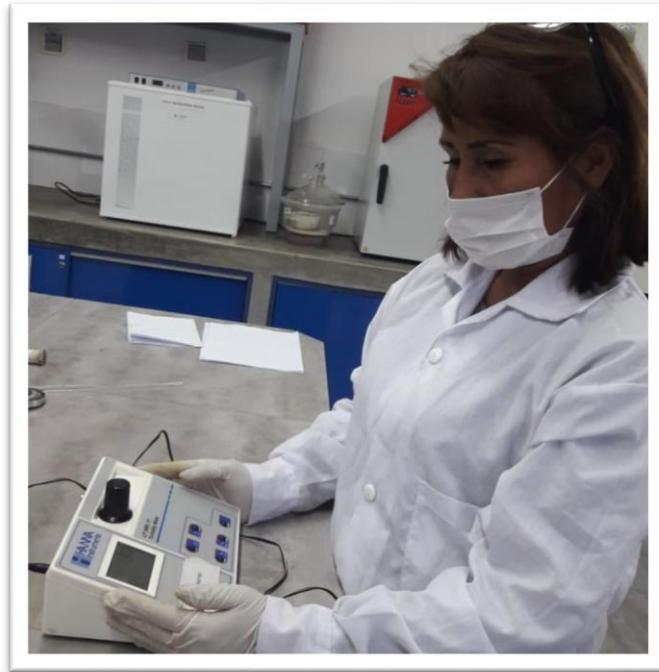


Figura N° 23 Término de la prueba de jarras



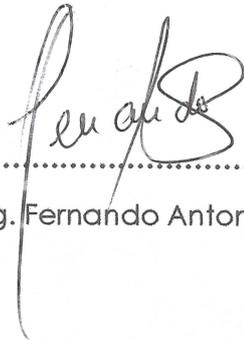
Yo, Mg. **FERNANDO ANTONIO SERNAQUE AUCCAHUASI** docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Lima Este. (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Remoción de sólidos suspendidos y Materia orgánica de las aguas residuales empleando semillas de nispero en la zona urbana de Ccoayllo - Lima"

del (de la) estudiante *LUZ MARIBEL BOLIVAR SAUNE*, constato que la investigación tiene un índice de similitud de *22.22*% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 11 de diciembre del 2018



Mg. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi

DNI: 07268863

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semillas de nispero en la zona urbana de Coayllo Lima

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Luz Maribel Bolívar Sañe

ASESOR:

Mgs. Fernando Antonio Semaqué Aucushuan

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales



Resumen de coincidencias

20 %

1	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
4	repository.lasalle.edu.co Fuente de Internet	1 %
5	Carlos M. López Vázqu... Publicación	1 %
6	www.lasallista.edu.co Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1 %



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
 Versión : 09
 Fecha : 23-03-2018
 Página : 1 de 1

Yo LUZ MARIBEL BOLIAR SAÑE....., identificado con DNI N° 20078303., egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Remoción de Sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales empleando semillas de níspero en la zona urbana de Coaylo - Lima."....."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

Luz Maribel Bolívar Sañe
 FIRMA

DNI: 20078303

FECHA: 11 de 12 del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Mg. Fernando Antonio Sernaqué Auccahuasi

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Luz Maribel Bolívar Saúñe

INFORME TITULADO:

Remoción de Sólidos Suspendedos y Materia Orgánica de las
Aguas residuales empleando semillas de níspero en la zona urbana de
Coaylo - Lima.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 11-12-2018

NOTA O MENCIÓN: Trece (13)

MG. FERNANDO ANTONIO SERNAQUÉ AUCCAHUASI