



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

## **TESIS**

**EMPLEO DE ALGAS PARDAS EN LA CAPTACIÓN DE  
METALES PESADOS PRESENTES EN AGUAS  
SUBTERRÁNEAS CONTAMINADAS POR ACTIVIDAD  
MINERA EN EL DISTRITO DE VISTA ALEGRE – NASCA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**RIVERA ORÉ JOSEPH**

**DOCENTE ASESOR**

**Mg. Educ. SOTO VELÁSQUEZ TANIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**ICA – PERÚ  
2018**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se lo dedico A mis padres, que son los pilares fundamentales en mi vida, gracias a su tenacidad y lucha insaciable han hecho que se realice el sueño más anhelado de ser profesional.

A mis hermanos y familiares por su apoyo incondicional y sus sabios conocimientos que apoyaron en mi formación estudiantil.

**JOSEPH**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi reconocimiento a mi Alma Máter universidad Alas Peruanas por formar a los estudiantes académicamente y realizarlos profesionales.

Mi sincero agradecimiento a los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, por sus valiosas enseñanzas y sus sabios consejos que han permitido alcanzar mis metas.

Mi agradecimiento infinitamente a mi asesor Mg. Tania Soto Velásquez quien con su paciencia y conocimientos pude lograr terminar la elaboración de mi tesis.

A mis progenitores quienes me enseñaron a triunfar en la vida.

Agradecer a Dios por haberme ayudado a cumplir lo que me propuse en el desarrollo de la investigación.

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	16
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.1.1. A NIVEL MUNDIAL	16
1.1.2. A NIVEL NACIONAL	18
1.1.3. A NIVEL LOCAL	19
1.2. DELIMITACIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1. Delimitaciones	19
A. Delimitación Espacial	19
B. Delimitación Temporal	19
C. Delimitación Social	19
D. Delimitación Conceptual	19

1.2.2. Definición del problema	20
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.3.1. Problema principal	21
1.3.2. Problemas Específicos	21
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.4.1. Objetivo General	22
1.4.2. Objetivos Específicos	22
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.5.1. Justificación Teórica	22
1.5.2. Justificación Metodológica	23
1.5.3. Justificación Práctica	23
1.6. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.7. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.7.1. Limitación Económica	25
1.7.2. Limitación Bibliográfica	25
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>26</b>
2. MARCO REFERENCIAL	26
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	26
2.1.1. INTERNACIONAL	26
2.1.2. NACIONAL	28
2.1.3. LO CAL	31
2.2. MARCO TEÓRICO	31
2.2.1. Empleo de algas pardas en la captación de metales pesados.	31
2.2.2. Captación de metales pesados por biosorción.	38

2.2.3. Contaminación del agua subterránea por actividad minera.	42
2.3. MARCO HISTÓRICO	45
2.3. MARCO LEGAL	49
2.4 MARCO CONCEPTUAL	54
<b>CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>57</b>
3. METODOLOGÍA	57
3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.1.1. Hipótesis General	57
3.1.2. Hipótesis Específicas	57
3.2. VARIABLES	58
3.2.1. Variable Independiente	58
A. Indicadores	58
B. Índices	58
3.2.2. Variable Dependiente	58
A. Indicadores	58
B. Índices	58
3.3. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	59
3.3.1. Tipo de la investigación	59
3.3.2. Nivel de la investigación	59
3.3.3. Diseño de la investigación	59
3.4. MÉTODO	60
3.4.1. Método de la investigación	60
3.5. COBERTURA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	60
3.5.1. Universo de la investigación.	60

3.5.2. Población de la investigación	60
3.5.3. Muestra de la investigación.	60
3.6. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS	61
3.6.1. Técnicas de investigación	61
3.6.2. Instrumentos de la investigación.	61
3.6.3. Fuentes de recolección de datos.	61
<b>CAPÍTULO IV: ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	62
4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	62
4.1. DESARROLLO EXPERIMENTAL	62
4.1.1. Empleo de algas	62
4.1.2. Preparación de las muestras para el análisis	63
4.1.3. Análisis proximal de las algas	64
4.1.4. Estudio tecnológico	68
4.1.5. Pruebas de capacitación de metales pesados	72
4.1.6. Resultados	87
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	106
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	113
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
ANEXOS	125

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1	DATOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO PARA PLOMO	74
CUADRO 2	DATOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO PARA COBRE	78
CUADRO 3	DATOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA DE CALIBRA	79
CUADRO 4	DATOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA CURVA DE ALIBRADO PARA HIERRO	80
CUADRO 5	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ALGAS LAMINARIA DIGITATA	87
CUADRO 6	CARACTERÍSTICAS FINALES DE LA DECOLORACIÓN	89
CUADRO 7	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ALGAS DECOLORADAS	90
CUADRO 8	INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA PARTÍCULA EN LA CANTIDAD DE FICOCOLOIDE OBTENIDO	91
CUADRO 9	INFLUENCIA DEL PH EN LA CANTIDAD DE FICOCOLOIDE OBTENIDO	92
CUADRO 10	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE EXTRACCIÓN EN LA CANTIDAD DE FICOCOLOIDE OBTENIDO	93
CUADRO 11	INFLUENCIA DEL TIEMPO DE EXTRACCIÓN EN LA CANTIDAD DE FICOCOLOIDE OBTENIDO	94
CUADRO 12	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN MATERIA PRIMA AGUA EN LA CANTIDAD DE FICOCOLOIDE OBTENIDO.	96
CUADRO 13	INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE ALCOHOL SOBRE LA CANTIDAD DE FICOCOLOIDE OBTENIDO	97

CUADRO 14 PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA LA EXTRACCIÓN DEL FICOCOLOI- DE	98
CUADRO 15 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LAMINARINA EXTRAÍDA	99
CUADRO 16 CAPTACIÓN DE METALES PESADOS CON LA LAMINARINA	100
CUADRO 17 ENSAYO CON UNA VELOCIDAD DE FLUJO DE 1000 ML/H	101
CUADRO 18 ENSAYO CON UNA VELOCIDAD DE FLUJO DE 800 ML/H	102
CUADRO 19 ENSAYO CON UNA VELOCIDAD DE FLUJO DE 600 ML/H	103
CUADRO 20 ENSAYO CON UNA VELOCIDAD DE FLUJO DE 400 ML/H	104
CUADRO 21 ENSAYO CON UNA VELOCIDAD DE FLUJO DE 200 ML/H	105
CUADRO 22 CORRELACIÓN ENTRE EMPLEO DE ALGAS PARDAS (EAP) Y CAPTACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS SUBTERRÁNE- AS (CMPAS).	106
CUADRO 23 ESTADÍSTICOS DE LOS GRUPOS HIPÓTESIS N° 1	107
CUADRO 24 DIFERENCIAS PAREADAS HIPÓTESIS N° 1	108
CUADRO 25 ESTADÍSTICOS DE LOS GRUPOS HIPÓTESIS N° 2	110
CUADRO 26 DIFERENCIAS PAREADAS HIPÓTESIS N° 2	110
CUADRO 27 ESTADÍSTICOS DE LOS GRUPOS HIPÓTESIS N° 3	112
CUADRO 28 DIFERENCIAS PAREADAS HIPÓTESIS N° 3	112
CUADRO 29 MATRIZ DE CONSISTENCIA.	126
CUADRO 30 VALORES PARA LA CURVA DE CALIBRACIÓN DEL HIERRO	140
CUADRO 31 VALORES PARA LA CURVA DE CALIBRACIÓN DEL PLOMO	141
CUADRO 32 VALORES PARA LA CURVA DE CALIBRACIÓN DEL COBRE	142
CUADRO 33 VALORES PARA LA CURVA DE CALIBRACIÓN DEL ZINC	143

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	ALGA LAMINARIA DIGITATA.	63
FIGURA 2	PREPARACIÓN DEL EQUIPO PARA LA CAPTACIÓN DE METALES PESADOS CON ALGAS PARDAS	73
FIGURA 3	TIPO DE MONTAJE PARA LA MINERALIZACIÓN	77
FIGURA 4	DETERMINACIÓN DE HIERRO POR TITULACIÓN.	82
FIGURA 5	DIAGRAMA DE GAUSS PARA LA HIPÓTESIS N° 1	109
FIGURA 6	DIAGRAMA DE GAUSS PARA LA HIPÓTESIS N° 2	111
FIGURA 7	DIAGRAMA DE GAUSS PARA LA HIPÓTESIS N° 3	113
FIGURA 8	CURVA DE CALIBRACIÓN DEL HIERRO	140
FIGURA 9	CURVA DE CALIBRACIÓN DEL PLOMO	141
FIGURA 10	CURVA DE CALIBRACIÓN DEL COBRE	142
FIGURA 11	CURVA DE CALIBRACIÓN DEL ZINC	143

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA	126
ANEXO 2 FICHAS DE ANÁLISIS	131
2.1 FICHA DE ANÁLISIS PRE TÉS	131
2.2 FICHA DE ANÁLISIS POS TÉS	132
ANEXO 3 CONDICIONES DE TRABAJO CON EL ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA	133
ANEXO 4 LIMITES MÁXIMO PERMISIBLE REFERENCIALES DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA	144

## **RESUMEN**

La presente investigación titulada Empleo de algas pardas en la captación de metales pesados presentes en aguas subterráneas contaminadas por actividad minera en el distrito de Vista alegre – Nasca, para demostrar la hipótesis planteada, en la parte experimental a empleado como material biológico las algas pardas, especie *Laminaria digitata*, a partir de la cual se ha extraído el ficocoloide llamado laminarina y se ha investigado sobre su capacidad para retener metales pesados, los resultados de dicho estudio permitieron emplear las algas en forma de filtro, graduando el flujo de agua con metales pesados a 200 mL/h, que permitió reducir los metales pesados presentes en la muestra y que alcanzaban los 10 ppm (mg/L), hasta una cantidad de 2 ppm para el plomo y 1 ppm para el cobre, mientras que el hierro y el zinc son totalmente captados por las algas, obteniéndose como resultado 0 ppm de ambos metales en el análisis final de la muestra tratada.

**PALABRAS CLAVES:** Algas pardas, captación de metales, aguas subterráneas, actividad minera.

## **ABSTRACT**

The present research entitled Use of brown algae in the collection of heavy metals present in groundwater contaminated by mining activity in the district of Vista Alegre - Nasca, to demonstrate the hypothesis, in the experimental part used as biological material brown algae, species *Laminaria digitata*, from which the phycocolloid called laminarin has been extracted and its ability to retain heavy metals has been investigated, the results of this study allowed the use of algae as a filter, graduating the flow of water with heavy metals at 200 mL / h, which allowed to reduce the heavy metals present in the sample and that reached 10 ppm (mg / L), up to an amount of 2 ppm for lead and 1 ppm for copper, while iron and Zinc are totally captured by the algae, resulting in 0 ppm of both metals in the final analysis of the treated sample.

**KEY WORDS:** Brown algae, metal capture, groundwater, mining activity.

## **INTRODUCCIÓN**

Este proyecto de investigación titulado Empleo de algas pardas en la captación de metales pesados presentes en aguas subterráneas contaminadas por actividad minera en el distrito de Vista alegre – Nasca, es un estudio teórico experimental, cuyo principal objetivo es captar los metales pesados contenidos en el agua subterránea que se ven afectadas por las descargas de efluentes líquidos de las plantas hidrometalúrgicas afincadas en el lugar y que no poseen un sistema de control ambiental, empleando para ello los alginatos presentes en las algas marinas pardas las mismas que en nuestro litoral tienen un vasto desarrollo y producción. En el desarrollo del proyecto se han considerado dos partes fundamentales: La fundamentación del problema en la que se expone el problema, el objetivo, la hipótesis, las variables y la justificación e importancia del estudio; así como el diseño metodológico que corresponde al tipo y nivel de la investigación, la población y la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de la información y las técnicas a usar en el tratamiento de datos, que corresponde al estudio estadístico correspondiente.

La segunda parte del estudio aborda el marco teórico, que se inicia con la cita de los antecedentes del estudio que conllevó a la revisión de la bibliografía existente sobre el tema en las Universidades locales, nacionales e internacionales; Seguidamente se desarrollan las bases teóricas, en las que se describen las bases de estudios relacionados con cada una de las variables planteadas en la tesis, especialmente sobre las algas pardas y la laminarina, El estudio propone verificar la capacidad de adsorción que tienen la laminarina de ciertos metales pesados como el cobre, plomo, hierro y zinc, dejando libre de ellos a las aguas subterráneas o en su defecto disminuir su concentración a niveles aceptables por las normas internacionales.

**EL AUTOR**

# **CAPÍTULO I**

## **PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En la actualidad las aguas superficiales en el Perú son relativamente abundantes, aunque su calidad de estas es muy crítica en algunas regiones, las causas principales son la falta de tratamiento de estas aguas, teniendo así un deterioro de las cuencas. Las aguas residuales en el Perú contienen un alto nivel de concentraciones de nutrientes y microorganismos que son vertidos directamente en las fuentes en los ríos, que limitan el consumo el uso de agua potable y también para la bebida de animales lo que puede afectar a la salud de las personas. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, (2013) p66.

La cuenca del río Caraveli ha sufrido una constante contaminación a lo largo de toda su cuenca, principalmente se ve más afectado en la cuenca baja, abarcando a todo lo largo de la Provincia de Caraveli hasta su desembocadura en el océano Pacífico, estas son producidas comúnmente por aguas residuales e industriales, debido a que no poseen tratamientos de sus aguas, saneamiento, conciencia y/o sensibilización ambiental sobre éste recurso natural. REYES, (2012). p12.

Ante esta problemática se ha adoptado una serie de tecnologías tradicionales para la eliminación de la turbidez, utilizando extractos de plantas como coagulantes naturales para la clarificación de estas aguas. Se ha demostrado que las semillas de Moringa Oleífera, no altera sus propiedades de las aguas tratadas ante ello se da la necesidad de utilización de esta semilla como una alternativa eficaz y económica, sin riesgos para la salud y la población. RAMÍREZ, (2015). p138.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo el uso de semilla de MORINGA (*Moringa Oleífera*) como coagulante orgánico favorece en la reducción de los parámetros físicos y químicos en la cuenca del río Caraveli – Arequipa 2017?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

PE1 ¿Cuál es la eficiencia en el tratamiento de las aguas superficiales en la cuenca del río Caraveli, Arequipa 2017?

PE2 ¿Cuál será la dosis óptima en el tratamiento de las aguas superficiales en la cuenca del río Caraveli, Arequipa -2017?

### **1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el uso de semilla de MORINGA (*Moringa Oleifera*) como coagulante orgánico en la reducción de los parámetros físicos y químicos en la cuenca del río Caraveli - Arequipa 2017.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

**OE1** Determinar la eficiencia en el tratamiento de las aguas superficiales en la cuenca del río Caraveli, Arequipa 2017.

**OE2** Hallar la dosis óptima en el tratamiento de las aguas superficiales en la cuenca del río Caraveli, Arequipa 2017.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En el Perú uno de los principales problemas es generado por contaminación de aguas residuales por producidas aguas domésticas, industriales, actividades agropecuarias, ante esto hay que establecer medidas correctivas para contrarrestar los impactos y mejorar de calidad de las aguas REYES, (2012), P12.

Por otro lado investigaciones ya realizadas demuestran que el uso semilla de Moringa (*Moringa Oleifera*) es eficiente como coagulante en el tratamiento de aguas residuales en otros países y a su vez son de fácil cultivo, de crecimiento rápido, económico Mas y Rubí, (2011).

El trabajo de investigación tiene como finalidad de realizar un tratamiento en las aguas de la cuenca del río Caraveli - Arequipa con la aplicación de la semilla MORINGA (*Moringa Oleifera*) como coagulante orgánica, si es eficiente la semilla

para poder disminuir los parámetros físicos, químicos de estas aguas a tratar. Este trabajo de investigación servirá para poder disponer una mejor calidad de este recurso hídrico y para darle un adecuado uso con la reutilización, siendo de vital importancia, conservando así nuestros recursos para poder brindarle éstos a nuestras futuras generaciones.

### **1.5. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Para que investigar acerca de este tema, porque en nuestro país que está en vías de desarrollo, las condiciones ambientales desempeñan un papel muy importante.

La falta de un tratamiento de aguas superficiales representa un riesgo socio ambiental para la población en general, además del riesgo ambiental alterando el equilibrio ecológico.

Con respecto al ambiente los estudios muestran que el suelo, la vegetación (cultivos) y los animales son contaminados por el vertido de las aguas residuales sin tratamiento alguno ya que contiene sustancias contaminantes por encima de las concentraciones normales.

Por tal motivo el beneficio de contar con un tratamiento de las aguas superficiales a través del uso de semilla de Moringa como coagulante orgánico en la cuenca del río Caraveli será para mejorar la calidad del agua y la protección del ambiente.

Se espera que con la culminación de esta investigación sirva como antecedentes y fuente de información de futuras tesis.

El cual está destinado al conocimiento e identificación de los problemas que produce la contaminación por las aguas residuales sobre la salud y el bienestar de la personas, pérdidas de ecosistemas naturales, para que se tomen medidas de reducción de los niveles de contaminación y así obtener y gozar de un ambiente sano y saludable.

Dando lugar a mejorar la calidad de vida de la población que se encuentra afectados por la problemática con respecto a los vertimientos de las aguas residuales que de una u otra forma son afectados tanto en su salud, y diferentes actividades que realizan, pérdidas de ecosistemas lo que se busca con el mejoramiento de las aguas residuales es solucionar los problemas dados y con ello se dará como resultado una población menos contaminada y una buena calidad de vida para la población.

Otra de las razones importantes por el cual se hace el tratamiento de las aguas residuales en la cuenca del río Caraveli, es el reaprovechamiento del recurso hídrico ya sea para regadío de plantas de tallo alto o para riego de biohuertos y jardines del anexo.

Cada vez más se acrecienta el problema del agua a nivel mundial. Esto desde luego es sumamente serio, si realmente los países que integran este planeta Tierra no toman las medidas, precauciones para evitar la contaminación de agua dulce, elemento vital para nuestra existencia, de aquí a unos años mas no tendremos agua dulce, esto generara serios problemas ambientales y de salud a nivel mundial o global.

La calidad de nuestro recurso es tan importante como la cantidad; el aumento de

la contaminación en ciertas áreas, hace que disminuya la cantidad de agua utilizable, y dañe la calidad volviéndolo no apta para el consumo de los seres vivos.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. Limitación técnica**

El tratamiento de aguas del río Caraveli presentó algunos inconvenientes como la identificación de técnicas correctas para la evaluación de las zonas de mayor incidencia de contaminación ambiental en los ecosistemas aledaños.

### **1.6.2. Limitación económica**

Los gastos fueron solventados por la investigadora se presentaron gastos que no se tenían previstos lo cual se buscó financiamiento y ayuda externa a través de instituciones para terminar la investigación.

### **1.6.3. Limitación de Información**

En la presente Investigación no se tuvo problemas con respecto a la información se encontró diversa tipos de información que posteriormente se logró clasificar y sistematizar he dicho trabajo.

### **1.6.4. Limitación de Tiempo**

La presente Investigación fue ejecutado durante el tiempo establecido si se llega a presentar algún tipo de imprevistos se aprovechará al máximo el apoyo externo para concluir dicha investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

**DIAZ, J. (2014).** En su tesis titulada “COAGULANTES – FLOCULANTES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS ELABORADOS DE PLANTAS Y DEL RECICLAJE DE LA CHATARRA, PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS”. En donde su investigación tuvo como objetivo analizar la eficiencia de los coagulantes y floculantes elaborados a partir del reciclaje de la chatarra metálica y de plantas, para clarificar aguas de consumo humano. Su metodología de investigación fue de diseño experimental, tipo correlacional de enfoque cuantitativo, se colocaron 5 semillas trituradas en donde fueron removidas. Se obtuvo como resultado que en turbidez con semilla seca con cascara en aguas superficiales tenemos inicialmente 24,49 UNT y un final de 6,8 UNT;

con semillas secas sin cascara en aguas superficiales de 24,49 UNT a 3,19 UNT, en cuanto pH y temperatura inicial en aguas con semilla con cascara se obtuvo 7,41 pH y 27,3°C y final de 7,55 pH y 29,1°C, en cuanto pH y temperatura inicial en aguas, semillas sin cascara se obtuvo 7,37 pH y 27,7°C y final 7,65 pH y 29,8°C. Concluyendo que el uso de los coagulantes - floculantes de origen natural a partir de la chatarra metálicas son nuevas alternativas que deben ser viables para la aplicación en procesos de clarificación, porque son económicos, causan menos impacto al medio ambiente.

**FERIA, J.; BERMUDEZ, S. y ESTRADA, A. (2014).** En su trabajo de investigación “EFICIENCIA DE LA SEMILLA MORINGA OLEÍFERA COMO COAGULANTE NATURAL PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL RÍO SINÚ”. En donde tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de la semilla *Moringa Oleífera* como coagulante y sus efectos sobre el pH y la alcalinidad. Su diseño de investigación fue experimental de tipo cuantitativo. Las semillas se molieron y se tamizaron en una malla de 250 µm hasta la obtención de un polvo fino, luego se disolvió 10,0 mL de NaCl al 1.0%, 10g de polvo de semilla desengrasada para obtener una concentración de 10.000mg/L. La solución resultante se centrifugo durante 10 minutos a 6000 rpm en una centrifugadora. Se preparó dosis de coagulante natural desde 2.5mg/L hasta 30mg/L en solución salina. Se obtuvo como resultado, turbidez (> 90%) se lograron dosis entre 4,5 a 5 mg/L y 17,5 mg/L. Para turbiedades altas (230UNT - 360UNT) con dosis aplicables de 7mg/L y 15mg/L, se obtuvo eficiencia entre 94,8 % y 98,4% En cuanto al pH entre parámetros (7.5 - 8,2) no se evidenciaron alteraciones luego de los ensayos.

**MELO, G. (2012).** En su tesis “EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE SEMILLAS DE MORINGA OLEIFERA COMO ALTERNATIVA DE BIORREMEDIACION EN LA PURIFICACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES DEL CAÑO COLA DE PATO UBICADO EN EL SECTOR RURAL DEL MUNICIPIO DE ACAIAS”. La cual tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de la semilla *Moringa Oleifera* en la purificación de las aguas superficiales. Su diseño de investigación fue experimental. En donde su metodología de investigación se utilizó dos muestras de la misma fuente, la primera muestra fue para determinar las características físico-químicas y microbiológicas en su estado natural y la otra muestra se utilizó en la purificación de las aguas con utilización de la semilla *Moringa Oleifera*. Obteniendo como resultados una reducción de sus parámetros en pH de 6,40 a 6,10; en Sólidos totales de 140 mg/L a 80 mg/L; en Turbidez 230 UNT a 36 UNT con un porcentaje de remoción en Sólidos totales de 43%; en turbidez 84%. En donde concluyó que la semilla *Moringa Oleifera* es eficiente como alternativa para la floculación y sedimentación de los sólidos suspendidos en el agua, mejorando la calidad del agua.

**MERA, C.; GUITÉRREZ, M.; MONTES, S.; PAZ, J. (2016).** En su trabajo de investigación “EFECTO DE LA *MORINGA OLEÍFERA* EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CAUCA” tuvo como objetivo evaluar el efecto del polvo de semilla de moringa como coagulante y floculante natural en el tratamiento de aguas residuales, se utilizaron aguas residuales del proceso de beneficio de café con turbidez mayor a 2000 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) y aguas provenientes del pelado químico de vegetales. En su metodología el Diseño fue experimental de tipo cuantitativo. Los tratamientos se realizaron con prueba de jarras a 130 rpm a temperatura de 21,5°C

con tiempo de agitación de 30 minutos para aguas residuales de beneficio de café y 15 minutos para aguas de pelado químico de vegetales, los tratamientos se consideraron concentraciones de 0 a 5.5g /600mL. Se determinó turbidez, pH, conductividad eléctrica, sólidos en suspensión, entre otros. Los resultados obtenidos de las aguas residuales del café sin tratamiento fueron de una turbidez UNT>2000; pH de 3,75; CE 3520  $\mu$ S/cm; SS 456 mg/L. Con el tratamiento de la Moringa con una dosis de 4g/600mL se obtuvo una turbidez de 170 UNT; pH 4,6; CE 2690  $\mu$ S/cm; SS 243 mg/L. En cuanto a su eficiencia en porcentaje se obtuvo en turbidez 92 %; CE 23,5%; SS 96%. En aguas residuales del pelado químico de vegetales sin tratamiento fueron una turbidez de 91,5 UNT; pH 5,54; CE 3350  $\mu$ S/cm, SS 456,5mg/L. Y con el tratamiento de la moringa con una dosis de 0.15g /600mL una turbidez de 18,33 UNT; pH 5,54; CE 2867 $\mu$ S/cm; SS 96 mg/L, con una eficiencia en porcentaje de turbidez del 80%, en CE 15%, SS 80%, llegando a la concluir que la semilla Moringa es eficiente y mejorando la calidad de los diferentes parámetros establecidos.

**MOLANO, L. (2011).** En su tesis titulada “LAS SEMILLAS DE *Moringa Oleífera Lam* COMO ALTERNATIVA DE COAGULANTE NATURAL PARA LA PURIFICACIÓN DE AGUAS”, Tuvo como objetivo analizar y clasificar la información sobre el uso de semillas de *Moringa Oleífera Lam* como coagulante natural en potabilización de aguas para establecer su potencialidad como sustituto del sulfato de aluminio. Su Diseño fue experimental de tipo cuantitativo. En su metodología se utilizó la prueba de jarras con aguas tomadas Rio Frio en zona urbana del municipio de Floridablanca – Colombia, se preparó un litro de solución floculante mezclando 25g de semilla *Moringa Oleífera Lam* y aforando a 1000 ml con agua destilada, mezcla que fue agitada durante 15 minutos. Posteriormente

para el análisis a cada recipiente de jarras se agregó la solución floculante con 1,2ml; 1,6ml; 2,1ml; 2,5ml; 2,9ml; 3,3ml enrazándolo a 1000ml de agua del Rio Frio con una agitación de 3 minutos a 100rpm y después una agitación de 15 minutos a 40rpm, luego se deja sedimentar por 30 minutos para su posterior análisis. En donde obtuvo como resultado una dosis optima de 2,5 ml de solución floculante por litro de muestra, las muestras de Rio Frio sin tratamiento fue de turbidez 689 UNT y el pH 7,54 y con el tratamiento con la semilla de *Moringa Oleifera Lam* se obtuvo en turbidez 280 UNT y en pH de 7,42. Concluyendo que el extracto de la semilla es muy eficiente para el tratamiento y purificación de las aguas.

**NUÑEZ, P. (2007).** En su trabajo de investigación “VALIDACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA SEMILLA DE *MORINGA OLEÍFERA* COMO COAGULANTE NATURAL DEL AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, MOROCELÍ, HONDURAS” tuvo como objetivo evaluar la efectividad de la semilla como coagulante natural del agua, destinada al consumo humano. Su Diseño de investigación fue Experimental - Cuantitativo. Realizó ensayos con 4 dosis de la semilla de *Moringa oleífera* en tres rangos de turbidez entre 0-500 UNT, en donde obtuvo una reducción de hasta el 98%. Se comprobó que con este método se puede tratar agua con turbidez inicial en el rango de 5-500 UNT mediante la aplicación de 0.15-0.50g por litro de agua, (aproximadamente 2 a 3 semillas). Adicionalmente, se realizaron pruebas con  $Al_2(SO_4)_3$ , en los mismos rangos de turbidez, obteniendo una eficiencia del 96%. Concluyendo que la semilla *Moringa Oleifera* puede ser utilizada en el agua destinada a consumo de hogares de áreas rurales en zonas que presenten problemas de turbidez, ya que su aplicación es eficiente, sencilla y de muy bajo costo.

**SANDOVAL, M.; LAINES, J. (2013).** En su trabajo de investigación “MORINGA OLEÍFERA UNA ALTERNATIVA PARA SUSTITUIR COAGULANTES METÁLICOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES” cuyo objetivo fue comparar la eficiencia de coagulación entre tres tipos muestras obtenidas con el tratamiento de las semillas de *Moringa Oleífera* y el sulfato de aluminio mediante la prueba de jarras. El Diseño de la investigación es experimental de tipo cuantitativo; Para su análisis en laboratorio, realizó la prueba de jarras, con diferentes concentraciones para los coagulantes (en donde su dosis óptima en la que se obtuvo como resultado que el sulfato de aluminio proporciono valores de remoción de turbiedad (95,60%) y color (98,32%), en cuanto a la solución de Moringa con solución con cloruro de sodio (92,03%), llegando a la conclusión que el sulfato de aluminio coagula mejor, las soluciones con Moringa mantienen la turbiedad y el color cercanos a los establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM -127-SSAA1-1994.

## **2.2. MARCO LEGAL**

- **Ley N° 28611, Ley General del Ambiente**

Establece los principios y normas básicas para el ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para desarrollo de la vida.

- **Decreto supremo N°015-2015-MINAM**

Modificatoria los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para aguas. Artículo N°2. Establece el cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de aguas, atendiendo las condiciones naturales y niveles a fondo.

- **Resolución Jefatural N°010-2016-ANA**

Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, tiene como objetivo estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino–costeros de las redes de puntos de monitoreo, la frecuencia, el programa analítico, la medición de parámetros en campo, la recolección, preservación, almacenamiento, transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad, la seguridad del desarrollo del monitoreo.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **MORINGA OLEIFERA**

**MARTIN, (2013).** Es un árbol perteneciente a la familia *Moringaceae*, es originario de la india es originario de la india de las estribaciones meridionales del Himalaya y que en la actualidad se cultiva en todas las regiones del mundo, esta puede crecer en condiciones de escasez de agua, también se conoce en diferentes nombres como: Marango, Moringa, resadá, árbol “ben”, árbol de la vida y árbol de los Milagros. Pág. 137-138.

- **LECTINA**

**De Andrade, (2013)** Son un grupo de proteínas, las lecitinas se encuentran dentro de los virus, y en todas formas de vida, las más conocidas se encuentran en las plantas, en especial en semillas, las lectinas tienen las propiedades coagulantes, se purifican a partir de la semilla de moringa, se manifiesta es una glicoproteína ácida, con mayor actividad de hemaglutinación a pH 4,5, reconociendo principalmente la fructosa y la tiroglobulina porcina a que esta lectina

tiene la actividad de ser coagulante natural para contaminantes en aguas reduciendo la turbidez y aumento de carga bacteriana. P 31-32.

- **ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)**

**MINAN, (20059).** Es la medida que establece el Estado para los niveles de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al medio ambiente. p33.

- **LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (LMP)**

**MINAN, (2012).** Instrumento de gestión ambiental que regula la concentración, el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al medio ambiente. p84.

- **EFLUENTE**

**MINAN (2015).** Descarga directa de aguas residuales que son descargadas al ambiente, cuya concentración de sustancias contaminantes es medida a través de los Límites Máximos Permisibles. P.68.

- **AGUA**

Es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, así como la seguridad de la nación. (MINAN), 2012, p45.

- **AGUAS RESIDUALES**

**ANA (2012).** Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por otra actividad antropogénica, las cuales tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y por lo cual sus características de calidad requieren un tratamiento previo. p3.

- **AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

**ANA (2012).** Son aguas residuales de origen residencial, comercial e institucional las cuales contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana. p.3.

- **AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES**

**ANA, (2012),** Son aguas residuales domesticas que pueden incluir la mezcla con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial siempre que éstas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado. p3.

- **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

**OROZCO, PÉREZ & GONZALES, (2009).** Es una medida de la resistencia que opone al agua, al paso de la corriente eléctrica entre dos electrodos impolarizables sumergidos en la misma, la conductividad del agua da una buena apreciación de la concentración de los iones en disolución y una conductividad elevada. p68.

- **POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)**

**OROZCO, PÉREZ & GONZALES, (2009)**, El pH del agua indica el comportamiento ácido o básico de la misma, es de carácter químico que es indispensable en el desarrollo de la vida acuática, tiene gran influencia en los procesos químicos y biológicos. Se miden sus valores en la escala de 0 a 14 (unidades de pH), siendo ( $0 < \text{ácidos} < 7$ ), (neutro = 7) y ( $7 < \text{Básicos} < 14$ ). p71.

- **TURBIEDAD**

**Unidades nefelométricas de Turbidez. DIGESA, (2009)**La turbidez del agua se define por la medida del grado de transparencia del agua, que es producida por materias en suspensión como arcillas, materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles colorados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1000nm (nanómetros) de diámetro. La turbiedad se utiliza para indicar la calidad y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades. Una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, bacterias, estos organismos pueden provocar síntomas como náuseas, dolores de cabeza, enfermedades gastrointestinales. La turbidez se mide en UNT p8.

- **COAGULANTES NATURALES**

**MARTÍNEZ, (2012)**. Son alternativas que tienen un gran potencial, por lo general no presentan un gran porcentaje de toxicidad en mayor de los casos son productos alimenticios con alto contenido de carbohidratos y proteínas, el grupo de sustancias que poseen se encuentran en algunos compuestos de origen vegetal, las cuales se pueden obtener en los tallos, en las semillas como en algunas

plantas como en la Moringa oleífera, la Tuna, el frijol, maíz. Que tienen una gran efectividad en aguas con baja turbidez y también presentan buena eficiencia en aguas industriales. p44.

- **MEZCLA RÁPIDA**

**MOLANO, (2011).** Agitación violenta para producir dispersión instantánea de un producto químico en cuerpo de agua. p12.

- **MEZCLA LENTA**

**MOLANO, (2011).** Agitación suave del agua con los coagulantes, con la finalidad de favorecer la formación de los flóculos. p12.

## **2.4. MARCO TEÓRICO**

### **2.4.1. Influencia de la Dosis del Coagulante**

**NUÑEZ, (2014).** La cantidad del coagulante tiene gran influencia en la determinación de la eficiencia debido a la cantidad, esto se refleja a que a poca cantidad de coagulante no se neutraliza totalmente la carga de la partícula, la formación de microflóculos es muy escasa y la turbiedad será muy alta. Si la cantidad del coagulante es muy alta se produce la inversión de carga, lo que conduce a la formación de gran cantidad de microflóculos con tamaños muy pequeños asiendo que la sedimentación sea muy bajas y la turbiedad será igual de alta, por ello se necesita la selección y la coagulante y la dosis óptima en la mejora de la eficiencia. p23.

#### **2.4.2. Prueba de Jarras**

**GUANANGA. (2013)**, Muestra el comportamiento de los coagulantes a nivel de laboratorio a pequeña escala, determinando variables físicas y químicas de la coagulación, floculación y sedimentación, tales como: selección del coagulante, pH óptimo, gradientes y tiempos de mezcla rápida y floculación, velocidad de sedimentación y eficiencia en la remoción pudiendo controlar de mejor manera todo el proceso. Consiste en agregar cantidades conocidas de coagulante a varias jarras que contienen el agua a tratar, se programa las revoluciones y tiempo estimado, observando posteriormente las características del proceso de sedimentación de los flóculos, una vez que se ha cumplido la sedimentación se analizan los parámetros de turbidez y la dosis óptima de coagulante. Se selecciona como dosis óptima efectiva y económica para las condiciones operacionales de tiempo e intensidad de agitación, intentando reflejar las operaciones normales de la planta, aquella que produce la menor turbidez. p18

## GRÁFICO N°01

### FLOCULADOR PROGRAMABLE



#### 2.4.3. Dosis Óptima

**GUANANGA. (2013).** Es la que produce la mejor desestabilización de las partículas coloidales, ya que permite la formación de un flóculo pesado y compacto, que pueda ser fácilmente retenido en los sedimentadores. La dosis óptima corresponde a aquella que produzca la menor turbiedad final en la realización de prueba de jarras para el coagulante. p18.

#### 2.4.4. Polímeros Naturales

**NUÑEZ, (2014).** Lo producen los seres vivos, son biodegradables, constituyen una alternativa para la sustitución polímeros inorgánicos que tienen comportamientos catiónicos con la capacidad de coagular partículas de cargas negativas a través de puentes y fuerzas electrostáticas, la ventaja es que estas producen menos lodos, es poco el incremento de la carga orgánica, por ende hay ahorro de costos. p34.

**TABLA N° 01****TAXONOMÍA DE LA ESPECIE VEGETAL MORINGA**

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>ORIGEN</b>
REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
SUB CLASE	Dilleniidae
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Capparidales
FAMILIA	Moringaceae
GENÉRO	Moringácea
ESPECIE	Moringa oleífera
NOMBRE	Moringa oleífera Lam
ARIEDADES	Moringa arbórea
	Moringa borziana,
	Moringa concanensis,
	Moringa drouhardii,
	Moringa hildebrandtii
	Moringa longituba
	Moringa ovalifonia
	Moringa peregrina
	Moringa pymaea
	Moringa rivae
	Moringa ruspolonia
Moringa stenopia	

FUENTE: GÓMEZ, (2013). p7

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

De tipo Cuantitativo porque se realizó una manipulación sobre la variable independiente para poder evaluar y analizar los efectos en la variable dependiente.

##### **3.1.2. Nivel de Investigación**

###### **A. CORRELACIONAL**

Porque mide el grado de relación entre el Tratamiento de las aguas superficiales y la calidad ambiental.

## **B. EXPLICATIVO**

Busca el porqué de los hechos mediante la identificación de las fallas en alguna etapa de tratamiento de las aguas superficiales.

### **3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **DEDUCTIVO**

Es aquel que parte de lo general y lo particular. En el momento deductivo se utiliza la lógica y una información general para formular una posible solución al problema presentado.

### **3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **EXPERIMENTAL**

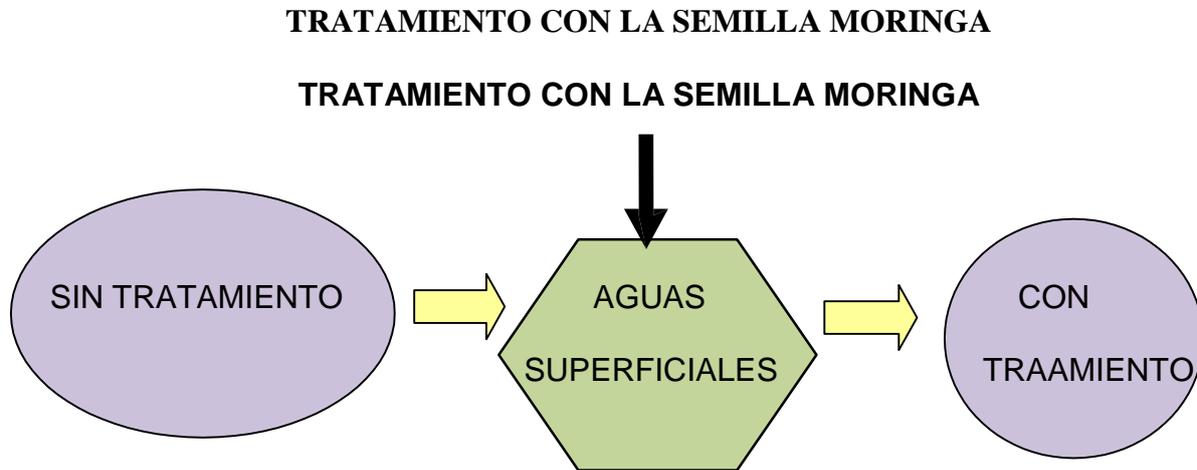
**Hernández. (2010).** Se denomina como estudios de intervención, porque genera una situación para tratar de explicar la causa y el efecto de un problema. p122.

#### **TIPO CUANTITATIVO**

Se denomina porque se trabaja con aspectos observables y medibles a la realidad. p36.

## GRÁFICO N° 02

### DISEÑO DE EVALUACIÓN



Fuente: Elaboración propia 2017

### 3.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El uso de semilla de MORINGA (*Moringa Oleifera*) como coagulante orgánico favorece en la reducción de los parámetros físicos y químicos en la cuenca del río Caraveli – Arequipa 2017.

#### 3.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

**HE1** Es eficiente el tratamiento de las aguas superficiales en la cuenca del río Caraveli, Arequipa 2017.

**HE2** La dosis óptima influye en el tratamiento de las aguas superficiales en la cuenca del río Caraveli, Arequipa 2017.

### 3.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.5.1. Variable Independiente

Uso de la Semilla Moringa (*Moringa Oleífera*)

#### 3.5.2. Variable Dependiente

Tratamiento de Aguas superficiales

### 3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TABLA N° 02**

#### **OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLE**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Uso de se- milla MORINGA ( <i>Moringa Oleífera</i> )	Es un árbol perteneciente a la familia Mo- rigaceae, origi- nario de la in- dia de las estri- baciones meri- dionales del Himalaya y que en la actua- lidad se cultiva	Se utilizó 10g de la semilla de Moringa Oleí- fera desengra- sada y tamizada a 250 Micróme- tros ( $\mu\text{m}$ ), añá- diendo esta con una solución sa- lina de 1N en un de agua litro destilada en un	EFICIENCIA	Remoción de Contaminantes	%
				Tiempo	S
			DOSIS ÓPTIMA	Dosificación del coagulante	mg/L
				Velocidad de Agitación	RPM

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
	<p>en todas las regiones del mundo, esta puede crecer en condiciones de escasez de agua, también se conoce en diferentes nombres como: Marango, Moringa, resadá, árbol “ben”, árbol de la vida y árbol de los Milagros.</p> <p>(Fuente: Martin, 2013, p137-138).</p>	<p>vaso precipitado, se mezcló y añadió al agitador magnético para obtener el principio activo de la semilla por 10 min a 6000 rpm. El extracto se sacó con la pipeta muestras representativas de 0, 10, 15, 20, 30, 40 mg/L</p> <p>(Fuente: Sandoval, 2013, p96).</p>			
Tratamiento de las aguas			PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad Eléctrica (CE)	μS/cm

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Superficia- les	Es la dismi- nución o eli- minación progresiva de agentes con- taminantes que afectan la calidad del agua, deter- minándose a través de sus indicadores físicos y quí- micos. (RO- JAS, 2008, p6)	Se realizó una toma de mues- tras tomando en cuenta el proto- colo de monito- reo para aguas , recolectando da- tos in situ y en laboratorio (Fuente: ANA 2016 , p38-41)		Solidos	mg/L
				Disueltos To- tales (SDT)	
				Temperatura	°C
				Turbidez	UNT
			PARÁMET- ROS QUI- MICOS	Potencial de Hidrogeno (pH)	Numérico

Fuente: Elaboración propia, 2017

### 3.7. COBERTURA DEL ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.7.1. Población

Las aguas superficiales de la cuenca del Rio Caraveli. Tiene un exten-  
sión de 1932km<sup>2</sup>, con una altitud de entre los 1800 – 4200 msnm y tiene  
una longitud de 140 km (IRENA, 2003, p31).

### 3.7.2. Muestra

Una muestra compuesta de 2 a 3 litros por estación de monitoreo según el protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales R.J. N°010-2016-ANA. Se empleó el método volumétrico para medir el caudal del río protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales R.J. N°010-2016-ANA. (Ver TABLA N°3)

$$Q = V * T$$

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

V: Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>)

T: Tiempo en segundos (s)

**TABLA N°03**

#### **MEDICIÓN DEL CAUDAL**

<b>VOLUMEN L EN M<sup>3</sup></b>	<b>TIEMPO (S)</b>	<b>CAUDAL(M<sup>3</sup>/S) Q= VXT</b>
1 Litro – 0,001 m <sup>3</sup>	4,89	Q= 0,001 m <sup>3</sup> X 5,46 S Q=0.00546 (m <sup>3</sup> /s)
	5,70	
	5,79	
PROMEDIO	5,46	

Fuente: Elaboración propia, 2017

### **3.8. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.8.1. Técnica**

Observación

Visita a Campo

#### **3.8.2. Instrumentos de Recolección de Datos**

Ficha de Recolección de parámetros ambientales

Cadena de Custodia

La Ficha de Recolección de parámetros ambientales y la Cadena de Custodia (Ver Anexo N°5).

#### **3.8.3. Materiales para Monitoreo**

Cámara fotográfica

Cooler's

Envases de vidrio y plásticos debidamente esterilizados

Mascarillas

Guantes

Cuadernillo de notas

Global Positioning System (GPS)

Multiparametro (HANNA)

#### **3.8.4. Elaboración del Extracto de la Moringa**

Cloruro de Solido NaCl

Luna de reloj

Papel filtro

Agitador magnético

Pipeta

Bagueta

Embudo

Balanza analítica

Soporte universal

### **3.8.5. Test de Jarras**

Vaso beaker

Conductímetro

Turbidímetro

Vaso precipitado de 1000 ml

### **3.8.6. Procedimiento de Recolección de Datos**

Se tomó en cuenta el Protocolo de Monitoreo de aguas para realizar el muestreo de acuerdo a la investigación según la Resolución Jefatural N°010-2016-ANA.

Se hizo un reconocimiento del área de estudio y su entorno, identificar los puntos de accesos.

Se estableció un solo punto de monitoreo, que es el Alto de Molinero (Caraveli).

Se tomaron las coordenadas Universal transverse Mercator/ Sistema de Posicionamiento global (UTM) de ubicación en Global Positioning System /Sistema de Posicionamiento global.

Se procedió a recolectar las muestras de agua, que se necesitó 18 litros que se, rotularon los envases y preservarlas en un cooler con gel refrigerante, tomando en cuenta el protocolo de monitoreo y la cadena de custodia, para luego llevar las muestras al laboratorio para sus respectivos análisis.

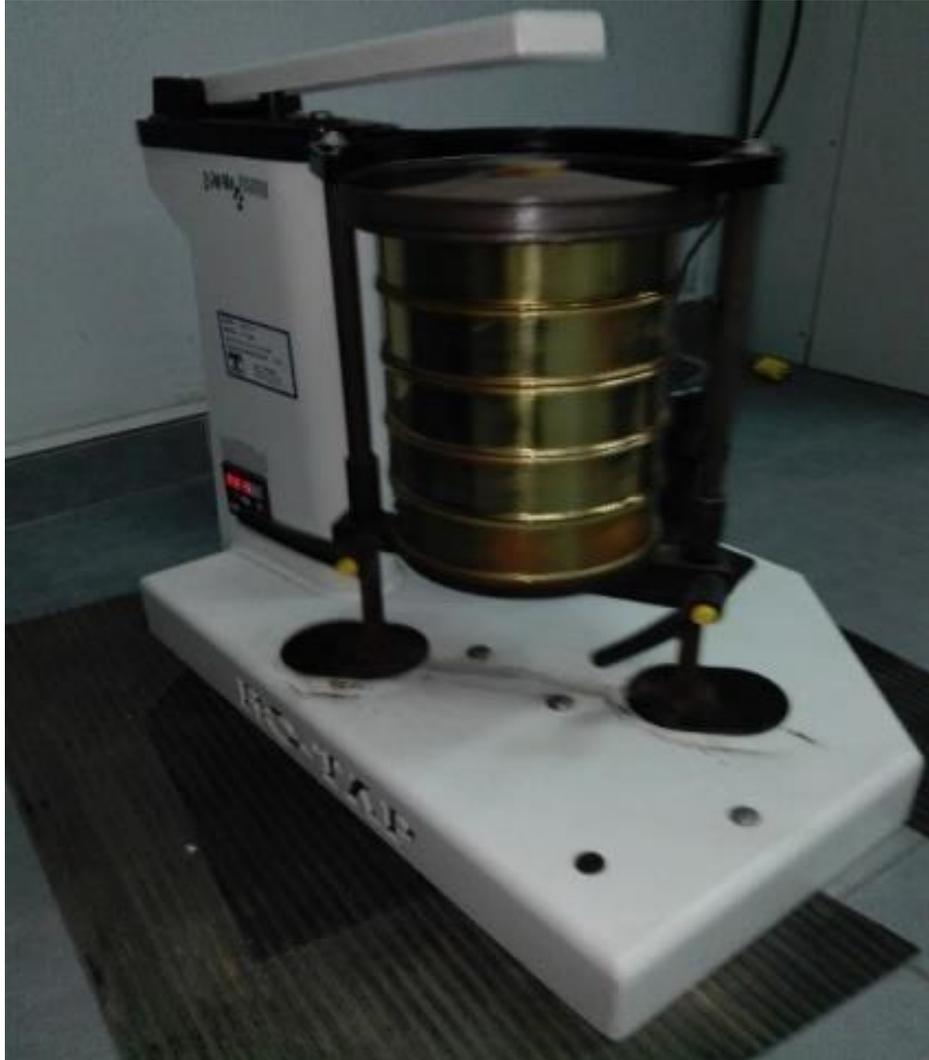
### **3.8.7. Procedimiento para la Extracción de la Semilla de Moringa Oleifera**

Se trituraron la semilla en un molino en forma manual posteriormente.

Se tamizó la semilla a en los tamices en un agitador obteniendo un tamaño de las semillas de 250  $\mu\text{m}$ . y se obtuvo un polvo muy fino.

### GRÁFICO N° 03

#### AGITACIÓN DE LA SEMILLA EN TAMICES DE 250 $\mu$ M.

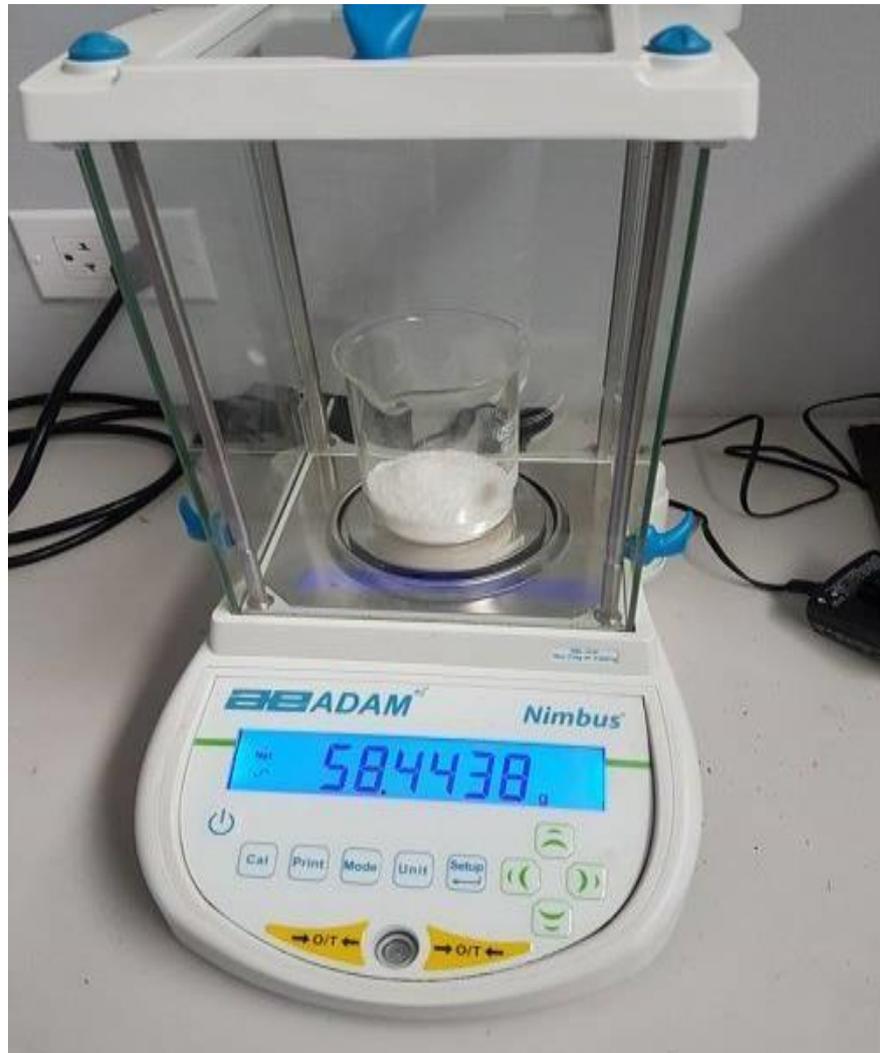


Se pesó 10 gramos de la semilla pulverizada y se puso a pesar en la balanza electrónica marca”



## GRÁFICO N° 05

### PESADO DE LA SOLUCIÓN SALINA PULVERIZADA



- Se usó el cloruro de sodio para poder extraer el componente activo de la semilla.
- En un vaso precipitado de 1000 ml se añadió agua destilada

## GRÁFICO N° 06

### MATERIALES Y SOLUCIÓN EXTRACTORA



- Se diluyó la solución salina en el agua destilada.

## GRÁFICO N° 07

### PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN SALINA



## GRÁFICO N° 08

### HOMOGENIZACIÓN DE LAS SALES Y POLVO DE SEMILLA MORINGA



- De igual forma se añadió la semilla pulverizada a la solución salina con agua destilada.

## GRÁFICO N° 09

### PESADO DE LA SOLUCIÓN SALINA PULVERIZADA



- Se Homogenizó a 6000 rpm durante 10 minutos en el agitador magnético marca SDS. Que fue equivalente 1000 rpm por 60 minutos.

## GRÁFICO N° 10

### HOMOGENIZADO A 6000 RPM



- Terminado, produciéndose una masa pastosa.

## GRÁFICO N° 11

### HOMOGENIZADO HASTA OBTENER MASA PASTOSA



- La solución fue filtrada en un papel filtro tamaño de 15 micras, siendo estas el extracto para realizar el tratamiento.

## GRÁFICO N° 12

### FILTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN



- El tratamiento se realizó en test de jarras en el equipo Floculador Programable marca Velp Scientifica de 4 jarras.
- A continuación se muestra los tiempos y revoluciones de agitación, para el tratamiento a utilizar.

**TABLA N° 04****TIEMPO Y REVOLUCIONES DE AGITACIÓN**

<b>Mues- tra (li- tros)</b>	<b>Tiempo de Agitación rápida (min)</b>	<b>Velocidad de agitación rápida (RPM)</b>	<b>Tiempo de agitación lenta (min)</b>	<b>Velocidad de agitación lenta (RPM)</b>	<b>Sedimenta- ción (min)</b>
18 L	2 minutos	150 RPM	30 minutos	30 RPM	30 Minutos

Fuente: (SANDOVAL, 2013, p96)

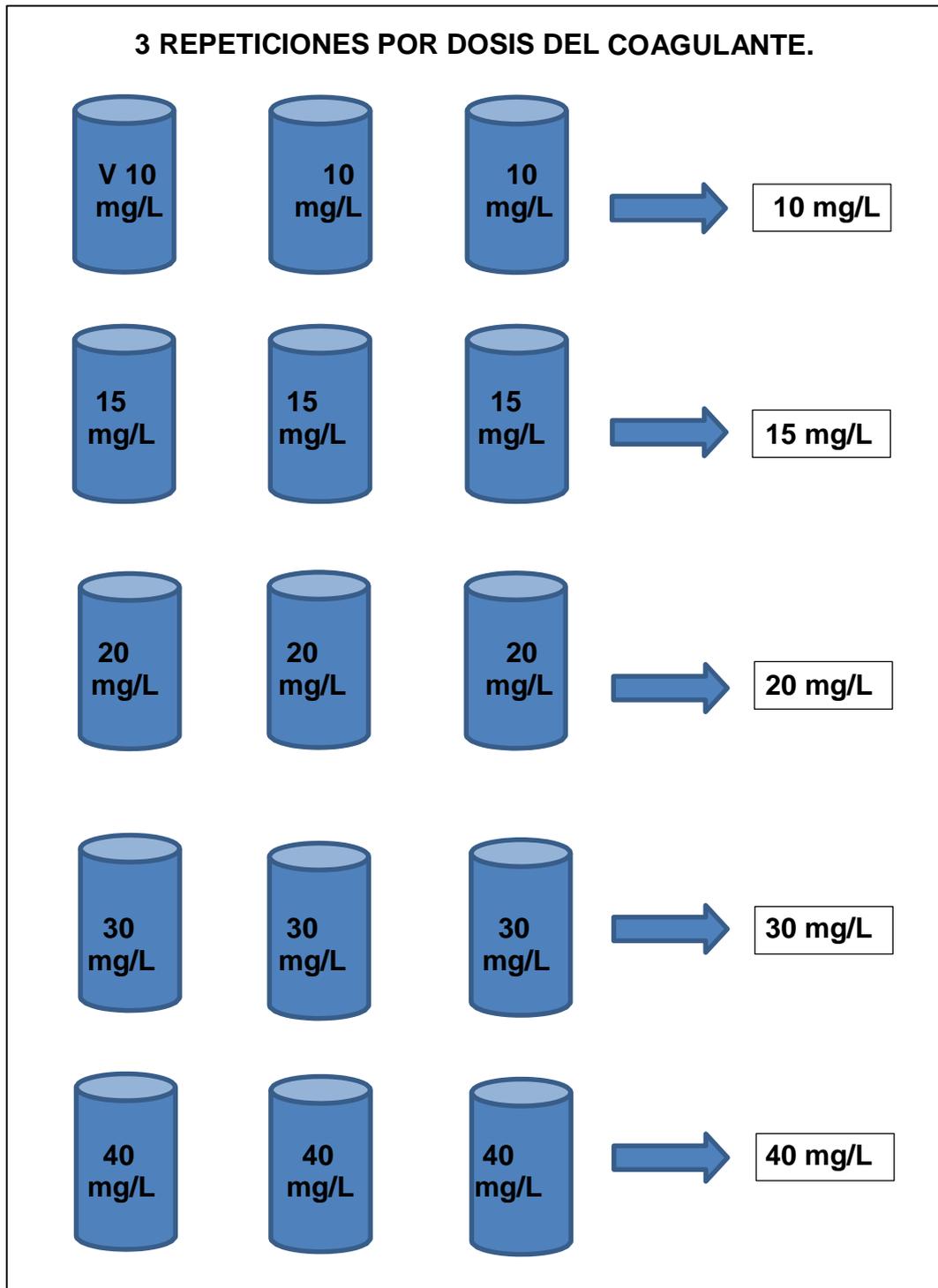
**TABLA N° 05****DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE**

<b>CONCENTRACION DEL COAGULANTE (10g/L)</b>				
10 mg/L	15 mg/L	20 mg/L	30mg/L	40 mg/L

Fuente: (SANDOVAL, 2013, p96)

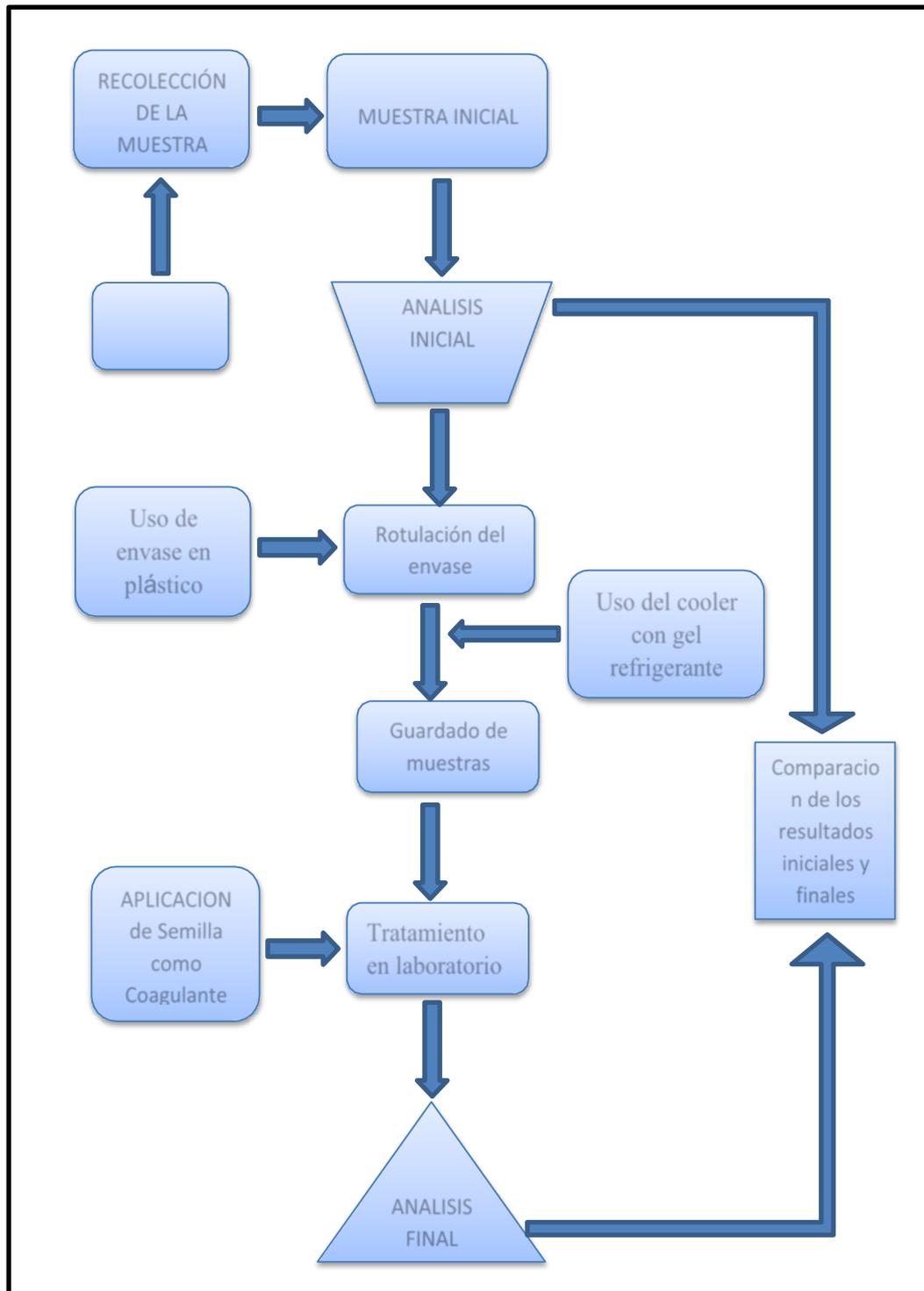
## GRÁFICO N°13

### REPETICIONES POR DOSIS DEL COAGULANTE



## GRÁFICO N° 14

### DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS TRAS



Fuente: Elaboración propia, 2017

### **3.9. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Los métodos para el análisis de la investigación fueron efectuados mediante el programa Microsoft Office Excel, en donde los resultados fueron revisados, elaborados y verificados. Procesando los datos y generando gráficos que muestren los cambios en el tratamiento de las aguas superficiales con el uso de la semilla de Moringa. Y el programa SPSS 21 para la validación de datos, realizando la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) donde nos muestra si los datos son Normales, la cual nos permitió aplicar una prueba de hipótesis a través de una t de student.

## CAPÍTULO IV

### ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

**TABLA N° 06**

#### **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)**

Según la Metodología: APHA-AWWA-WEF (2005) método 2510 B

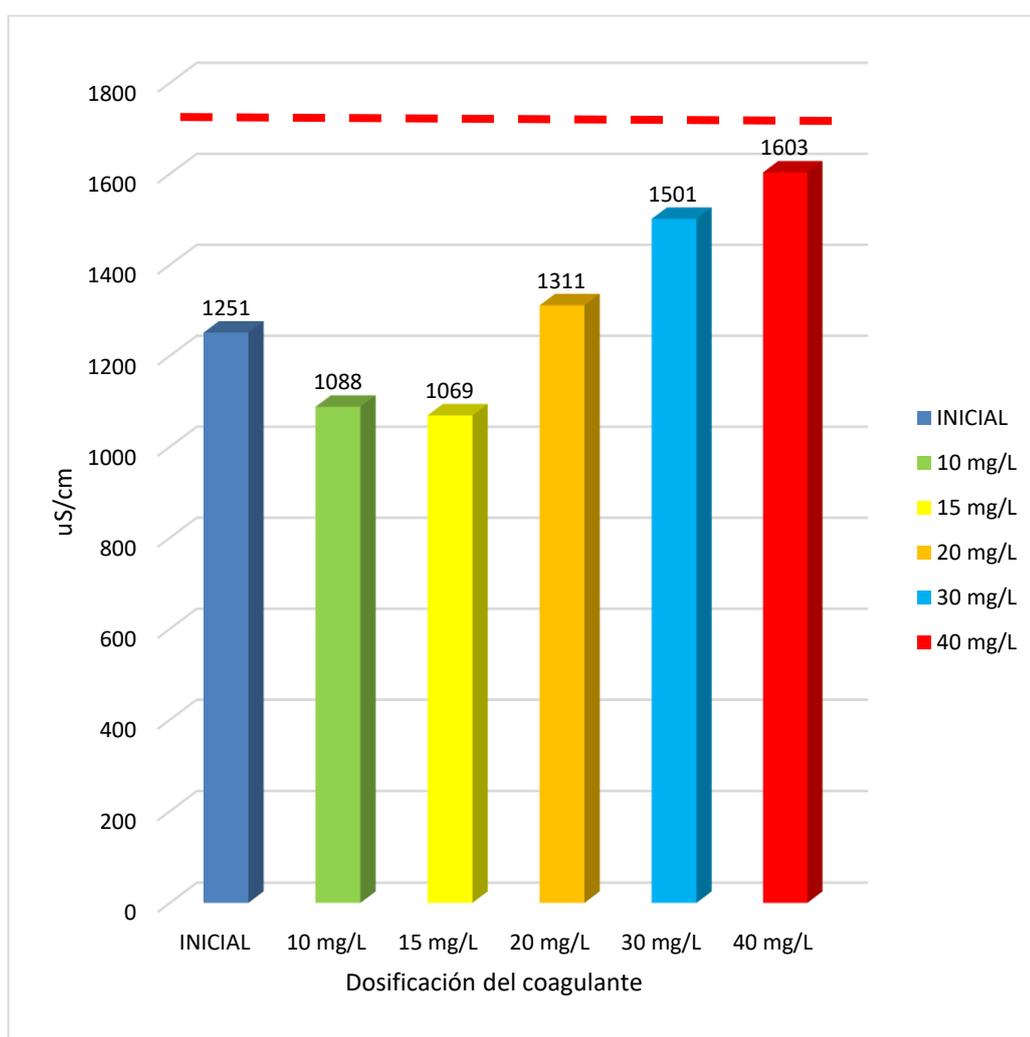
<b>Dosificación del coagulante</b>	<b>Primera Repetición</b>	<b>Segunda Repetición</b>	<b>Tercera Repetición</b>	<b>Promedio</b>	<b>ECA</b>
INICIAL	1250	1251	1252	1251	1600
10 mg/L	1089	1088	1088	1088	1600
15 mg/L	1070	1069	1068	1069	1600

20 mg/L	1312	1310	1311	1311	1600
30 mg/L	1500	1501	1501	1501	1600
40 mg/L	1604	1603	1603	1603	1600

Fuente: Elaboración propia, 2017

## GRÁFICO N°15

### ANÁLISIS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA



Fuente: Elaboración propia, 2017

### **INTERPRETACIÓN:**

Las concentraciones de los coagulantes se encuentran dentro de los ECA's con excepción de la de mayor concentración con 40mg/L con 1603  $\mu$ S/cm. Con una dosis óptima de 15mg/L reduciendo a 1069  $\mu$ S/cm respecto a la inicial de 1251  $\mu$ S/cm, conforme se muestran en la Tabla N°07 y Gráfico N° 15.

#### **4.2. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)**

**TABLA N° 07**

### **SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)**

**SEGÚN LA METODOLOGÍA: APHA-AWWA-WEF (2012) MÉTODO 2540 C**

#### **DOSIFICACIÓN DEL COA**

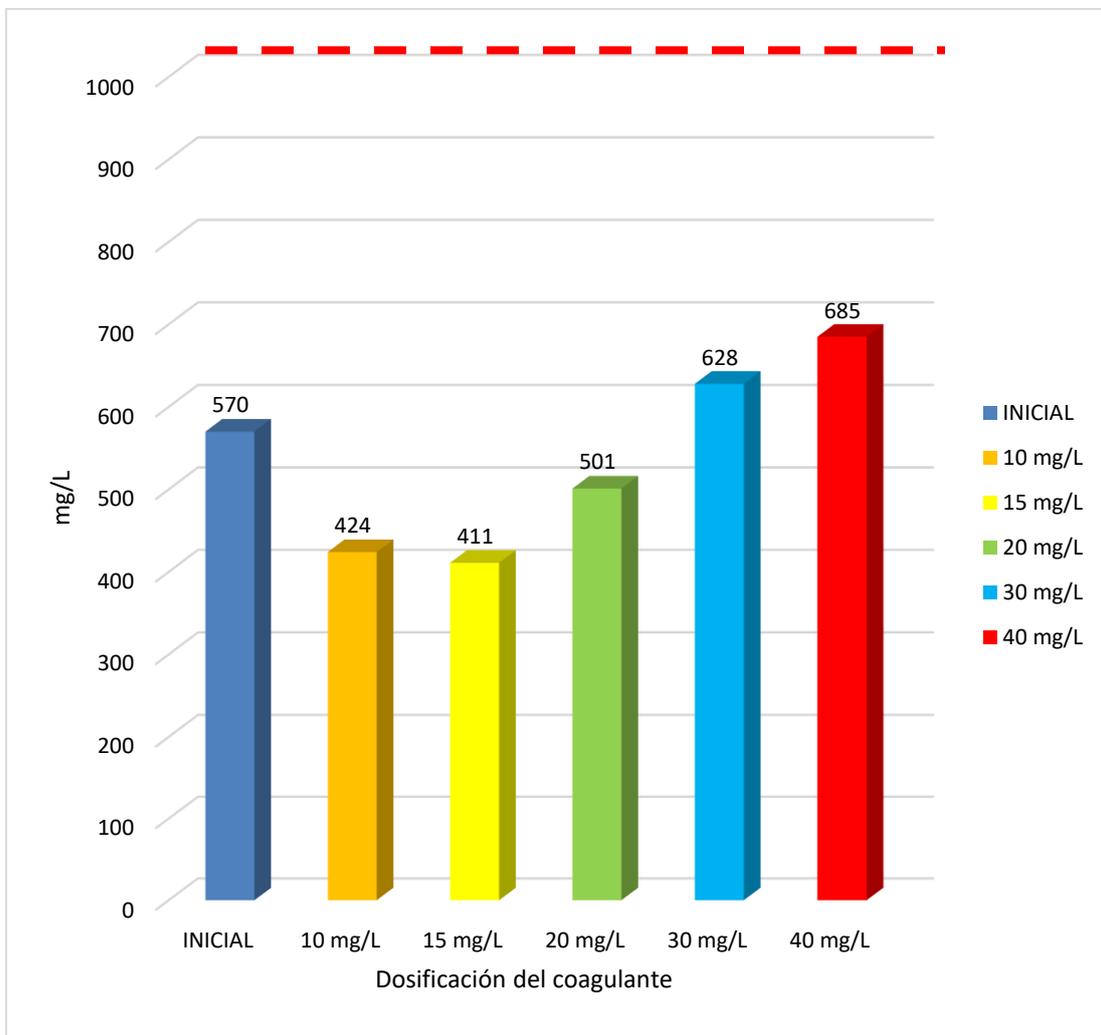
<b>Dosificación del coagulante</b>	<b>Primera Repetición</b>	<b>Segunda Repetición</b>	<b>Tercera Repetición</b>	<b>Promedio</b>	<b>ECA</b>
INICIAL	569	571	570	570	1000
10 mg/L	425	4234	423	424	1000
15 mg/L	410	411	411	411	1000
20 mg/L	500	501	501	501	1000

30 mg/L	628	628	628	628	1000
40 mg/L	686	684	685	685	1000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## GRÁFICO N° 16

### ANÁLISIS DE SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)



Fuente: Elaboración propia, 2017.

### **INTERPRETACIÓN:**

Todas las concentraciones de coagulantes se encuentran dentro de los ECA's. Donde la dosis óptima es de 15mg/L reduciendo la concentración inicial de 570 a 411mg/L los Sólidos Disueltos Totales (SDT), conforme se muestran en la Tabla N°08 y Gráfico N°16.

#### **4.3. TEMPERATURA (°C)**

### **TABLA N° 08**

#### **TEMPERATURA (°C)**

#### **SEGÚN LA METODOLOGÍA: APHA-AWWA-WEF (2005) MÉ-**

#### **TODO 2550 B**

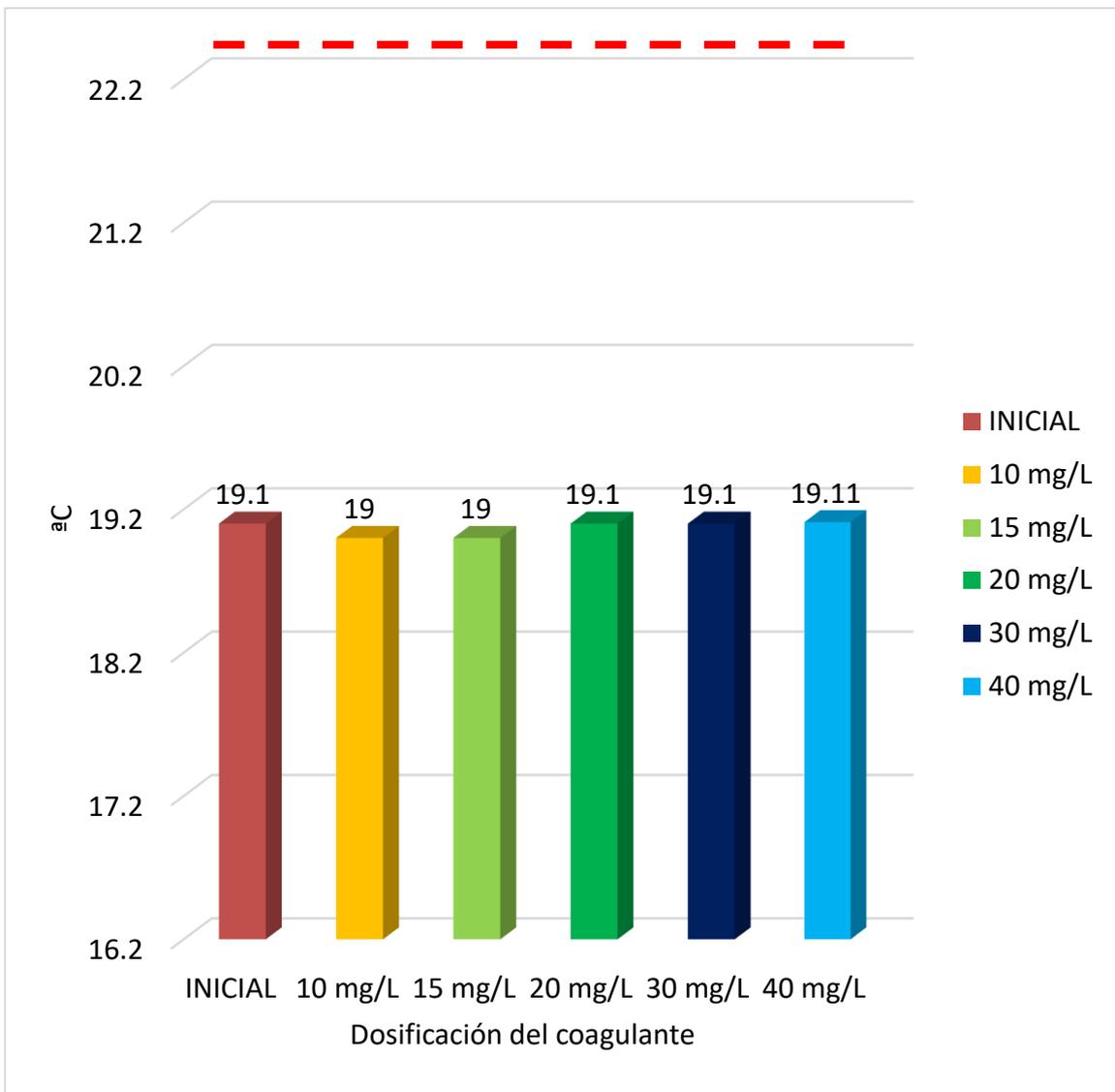
<b>Dosificación del coagulante</b>	<b>Primera Repetición</b>	<b>Segunda Repetición</b>	<b>Tercera Repetición</b>	<b>Promedio</b>	<b>ECA</b>
INICIAL	19,00	19,10	19,10	19,10	22.20
10 mg/L	19,00	19,00	19,00	19,00	22.20
15 mg/L	19,00	19,01	19,00	19,00	22.20
20 mg/L	19,10	19,12	19,10	19,10	22.20
30 mg/L	19,10	19,09	19,10	19,10	22.20

40 mg/L	19,12	19,10	19,11	19,11	22.20
---------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## GRÁFICO N° 17

### ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA (°C)



Fuente: Elaboración propia, 2017.

## INTERPRETACIÓN:

Todos los análisis se encuentran dentro de los ECA's establecidos como se muestran en la Tabla N°09 y Gráfico N°17.

### 4.4. TURBIDEZ

**TABLA N° 09**

### **TURBIDEZ**

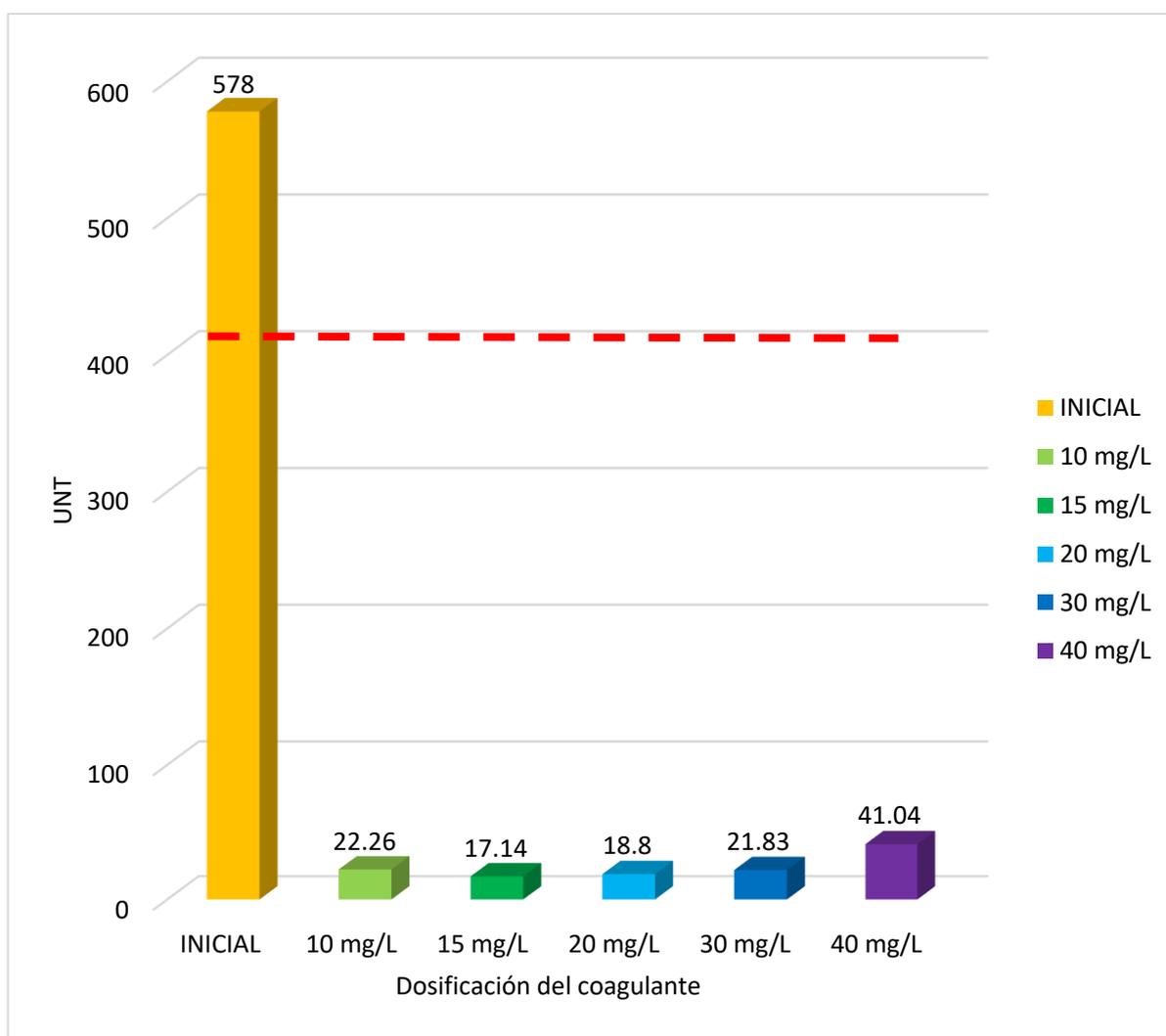
**SEGÚN LA METODOLOGÍA SM 2130 B .TURBIDITY. NEPHELOMETRIC METHOD. (2012)**

<b>Dosificación del coagulante</b>	<b>Primera Repetición</b>	<b>Segunda Repetición</b>	<b>Tercera Repetición</b>	<b>Promedio</b>	<b>ECA</b>
INICIAL	578,00	579,00	579,00	578,00	100
10 mg/L	22,28	22,25	22,25	22,26	100
15 mg/L	17,12	17,19	17,10	17,14	100
20 mg/L	18,70	18,80	18,90	18,80	100
30 mg/L	21,86	21,80	21,84	21,83	100
40 mg/L	41,05	41,04	41,02	41,04	100

Fuente: Elaboración propia, 2017

## GRÁFICO N° 18

### ANÁLISIS DE LA TURBIDEZ



Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### INTERPRETACIÓN:

La muestra inicial sobrepasa el ECA con 578U NT y los análisis con los coagulantes todos se encuentran dentro de lo establecido, en donde se diferencia la dosis óptima del coagulante de 15mg/L, obteniendo una medición de 17,14 UNT según se muestran en la Tabla N°10 y Gráfico N°18.

#### 4.5. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

**TABLA N°10**

#### **POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)**

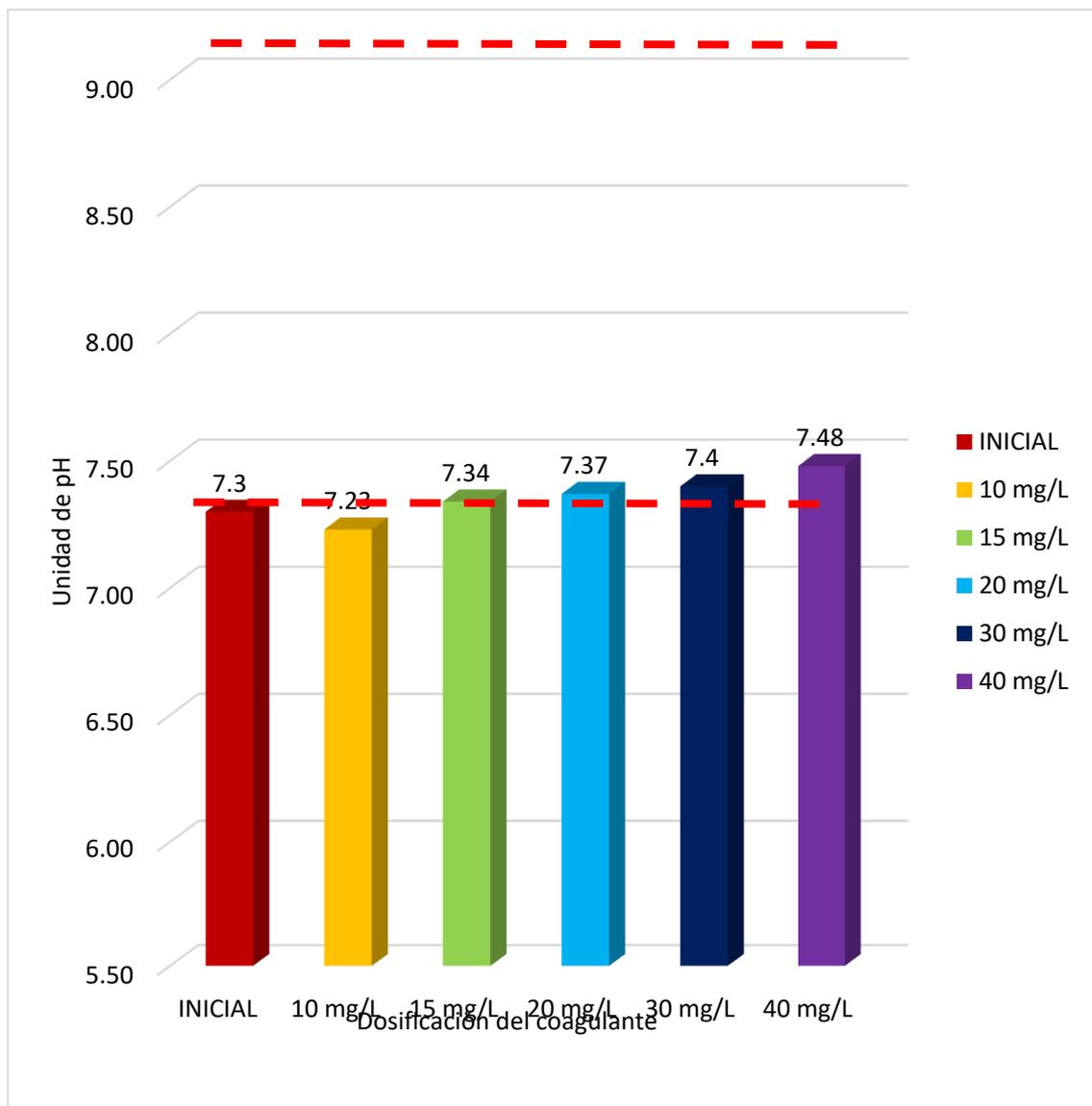
**SEGÚN LA METODOLOGÍA METODOLOGÍA: APHA-AWWA-  
WEF (2005) MÉTODO 4500HB**

<b>Dosificación del coagulante</b>	<b>Primera Repetición</b>	<b>Segunda Repetición</b>	<b>Tercera Repetición</b>	<b>Promedio</b>	<b>ECA</b>
INICIAL	7,29	7,30	7,30	7,30	5,5 – 9,0
10 mg/L	7,25	7,21	7,22	7,23	5,5 – 9,0
15 mg/L	7,33	7,35	7,34	7,34	5,5 – 9,0
20 mg/L	7,36	7,37	7,37	7,37	5,5 – 9,0
30 mg/L	7,44	7,41	7,40	7,42	5,5 – 9,0
40 mg/L	7,50	7,48	7,48	7,49	5,5 – 9,0

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## GRÁFICO N° 19

### ANÁLISIS DEL PH



Fuente: Elaboración propia, 2017

#### INTERPRETACIÓN:

Todos los parámetros permanecen dentro del estándar de calidad ambiental para aguas superficiales, permaneciendo dentro de lo establecido (5,5 – 9,0). Según se muestran en la Tabla N°11 y Gráfico N°19.

## 4.6. ANALISIS ESTADISTICO

### 4.6.1. Prueba de Normalidad

**H0:** No hay diferencia significativa en las medias de los indicadores ambientales del agua.

**H1:** Hay una diferencia significativa en las medias de los indicadores ambientales del agua.

Alfa = 0,05 = 5%

**Normalidad:**

Shapiro Wilk: muestras pequeñas (< 30 individuos)

**Criterio para determinar la Normalidad:**

P-Valor  $\geq \alpha$  Aceptar H0 = Los datos provienen de una distribución normal.

P-Valor  $< \alpha$  Aceptar H1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

### 4.6.2. Prueba de Normalidad para la hipótesis específica N°1

a) Conductividad Eléctrica

## RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LOS CASOS

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Conductividad Eléctrica - Sin Tratamiento	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Conductividad Eléctrica - con Tratamiento	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
---	---	--------	---	------	---	--------

Fuente: Elaboración propia, 2017

## DESCRIPTIVOS

		Estadístico	Error típ.
Conductividad Eléctrica - Sin Tratamiento	Media	1261,00	,408
	Intervalo de confianza	1259,70	
	Límite inferior para la media al 95%	1262,30	
	Límite superior Media recortada al 5%	1261,00	
	Mediana	1261,00	
	Varianza	,667	
	Desv. típ.	,816	
	Mínimo	1260	
	Máximo	1262	
	Rango	2	
	Amplitud intercuartil	2	
	Asimetría	,000	1,014
	Curtosis	1,500	2,619
Conductividad Eléctrica - Con Tratamiento	Media	1079,00	,408
	Intervalo de confianza	1077,70	
	Límite inferior para la media al 95%	1080,30	

Límite superior Media recortada al 5%	1079,00	
Mediana	1079,00	
Varianza	,667	
Desv. típ.	,816	
Mínimo	1078	
Máximo	1080	
Rango	2	
Amplitud intercuartil	2	
Asimetría	,000	1,014
Curtosis	1,500	2,619

Fuente: Elaboración propia, 2017

## PRUEBAS DE NORMALIDAD - CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Conductividad Eléctrica – Sin Tratamiento	,250	4	.	,945	4	,683
Conductividad Eléctrica - Con Tratamiento	,250	4	.	,945	4	,683

Fuente: Elaboración propia, 2017

## INTERPRETACIÓN:

Los datos provienen de una distribución NORMAL, debido a que el P-Valor > 0,05.

### b) Potencial de Hidrogeno

## RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LOS CASOS

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Potencial de Hidrógeno - Con Tratamiento	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
Potencial de Hidrógeno - Sin Tratamiento	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2017

## DESCRIPTIVOS

		Estadístico	Error típ.
Potencial de Hidrogeno - con Tratamiento	Media	7,5400	,408
	Intervalo de confianza	7,5270	
	Límite inferior para la media al 95%	7,5530	
	Límite superior Media recortada al 5%	7,5400	
	Mediana	7,5400	

	Varianza	,000	
	Desv. típ.	,00816	
	Mínimo	7,53	
	Máximo	7,55	
	Rango	,02	
	Amplitud intercuartil	,02	
	Asimetría	,000	1,014
	Curtosis	1,500	2,619
Potencial de Hidrogeno - Sin Tratamiento	Media	7,4975	,00250
	Intervalo de confianza	7,4895	
	Límite inferior para la media al 95%	7,5055	
	Límite superior Media recortada al 5%	7,4978	
	Mediana	7,5000	
	Varianza	,000	
	Desv. típ.	,00500	
	Mínimo	7,49	
	Máximo	7,50	
	Rango	,01	
	Amplitud intercuartil	,01	
	Asimetría	-2,000	1,014
	Curtosis	4,000	2,619

Fuente: Elaboración propia, 2017

## PRUEBAS DE NORMALIDAD - POTENCIAL DE HIDRÓGENO

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Potencial de Hidrógeno - Con Tratamiento	,250	4	.	,945	4	,683
Potencial de Hidrógeno - Sin Tratamiento	,441	4	.	,630	4	,001

Fuente: Elaboración propia, 2017

### INTERPRETACIÓN:

Los datos con tratamiento provienen de una distribución NORMAL (P-Valor > 0,05), pero los datos sin tratamiento NO provienen de una distribución NORMAL (P-Valor < 0,05).

### c) Sólidos Disueltos

### RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LOS CASOS

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Sólidos Disueltos Totales -	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Sin Trattamento						
Solidos Disueltos Totales - Con Trattamento	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2017

## DESCRIPTIVOS

		Estadístico	Error típ.
Potencial de Hidrogeno con Trattamento	Media	580,00	,408
	Intervalo de confianza	578,70	
	Límite inferior para la media al 95%	581,30	
	Límite superior Media recortada al 5%	580,00	
	Mediana	580,00	
	Varianza	,667	
	Desv. típ.	,816	
	Mínimo	579	
	Máximo	581	
	Rango	2	
	Amplitud intercuartil	2	
	Asimetría	,000	1,014
	Curtosis	1,500	2,619
Potencial de Hidrogeno -	Media	420,75	,250
	Intervalo de confianza	419,95	

Sin Tratamiento	Límite inferior para la media al 95%	421,55	
	Límite superior Media recortada al 5%	420,78	
	Mediana	421,00	
	Varianza	,250	
	Desv. típ.	,500	
	Mínimo	420	
	Máximo	421	
	Rango	1	
	Amplitud intercuartil	1	
	Asimetría	-2,000	1,014
	Curtosis	4,000	2,619

Fuente: Elaboración propia, 2017

## PRUEBAS DE NORMALIDAD - SOLIDOS DISUELTOS TOTALES

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
S. D. T. - Sin Tratamiento	,250	4	.	,945	4	,683
S. D. T. - Con Tratamiento	,441	4	.	,630	4	,001

Fuente: Elaboración propia, 2017

### INTERPRETACIÓN:

Los datos sin tratamiento provienen de una distribución NORMAL (P-Valor > 0,05), pero los datos con tratamiento NO provienen de una.

d) Temperatura

**RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LOS CASOS**

	Casos				
	Válidos		Perdidos		Total
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N
Temperatura - Sin Tratamiento	4	100,0%	0	0,0%	4
Temperatura - Con Tratamiento	4	100,0%	0	0,0%	4

Fuente: Elaboración propia, 2017

**DESCRIPTIVOS**

		Estadístico
Potencial de Hidrogeno – con Tratamiento	Media	19,1750
	Intervalo de confianza	19,0954
	Límite inferior para la media al 95%	19,2546
	Límite superior Media recortada al 5%	19,1778
	Mediana	19,2000
	Varianza	,003
	Desv. típ.	,05000
	Mínimo	19,10
	Máximo	19,20
	Rango	,10

	Amplitud intercuartil	,08
	Asimetría	-2,000
	Curtosis	4,000
Potencial de Hidrogeno - Sin Tratamiento	Media	19,1025
	Intervalo de confianza	19,0945
	Límite inferior para la media al 95%	19,1105
	Límite superior Media recortada al 5%	19,1022
	Mediana	19,1000
	Varianza	,000
	Desv. típ.	,00500
	Mínimo	19,10
	Máximo	19,11
	Rango	,01
	Amplitud intercuartil	,01
	Asimetría	2,000
	Curtosis	4,0000

Fuente: Elaboración propia, 2017

## PRUEBAS DE NORMALIDAD – TEMPERATURA

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura - Sin Tratamiento	,441	4	.	,630	4	,001
Temperatura - Con Tratamiento	,441	4	.	,630	4	,001

Fuente: Elaboración propia, 2017

### INTERPRETACIÓN:

Los datos NO provienen de una distribución NORMAL, debido a que (P-Valor < 0,05).

### e) Turbidez

## RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LOS CASOS

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Turbidez - Sin Tratamiento	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
Turbidez - Con Tratamiento	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2017

## DESCRIPTIVOS

		Estadístico	Error típ.
Potencial de Hidrogeno – con Tratamiento	Media	580,7500	,25000
	Intervalo de confianza	587,9544	
	Límite inferior para la media al 95%	589,5456	
	Límite superior Media recortada al 5%	588,7778	
	Mediana	589,0000	
	Varianza	,250	
	Desv. típ.	,50000	
	Mínimo	588,00	
	Máximo	589,00	
	Rango	1,00	
	Amplitud intercuartil	,75	
	Asimetría	-2,000	1,014
	Curtosis	4,000	2,619
Potencial de Hidrogeno - Sin Tratamiento	Media	17,3025	,00629
	Intervalo de confianza	17,2825	
	Límite inferior para la media al 95%	17,3225	
	Límite superior Media recortada al 5%	17,3022	
	Mediana	17,3000	
	Varianza	,000	
	Desv. típ.	,01258	
	Mínimo	17,29	

	Máximo	17,32	
	Rango	,03	
	Amplitud intercuartil	,02	
	Asimetría	1,129	1,014
	Curtosis	2,227	2,619

Fuente: Elaboración propia, 2017

### PRUEBAS DE NORMALIDAD – TURBIDEZ

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Turbidez - Sin Tratamiento	,441	4	.	,630	4	,001
Turbidez - Con Tratamiento	,329	4	.	,895	4	,406

Fuente: Elaboración propia, 2017

### INTERPRETACIÓN

Los datos sin tratamiento NO provienen de una distribución NORMAL (P-Valor < 0,05). Pero los datos con tratamiento provienen de una distribución NORMAL (P-Valor > 0,05).

#### 4.6.3. Prueba T de Student para muestras relacionadas

**El criterio para decir es:**

Si la probabilidad obtenida es **P-Valor**  $\leq \alpha$ , se rechaza H0 (Se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida es **P-Valor**  $> \alpha$ , (Se acepta H0)

a) Prueba de muestras relacionadas para Temperatura (T°)

	Diferencias relacionadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
	Inferior	Superior			
T° - Con Tratamiento – T° - Sin Tratamiento	-,14977	,00477	-2,986	3	,058

Fuente: Elaboración propia, 2017

**INTERPRETACIÓN:**

Debido a que el (P-Valor= 0.058) >  $\alpha$  Se acepta la H0

b) Prueba de muestras relacionadas para Conductividad Eléctrica (C.E.)

	Diferencias relacionadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
	Inferior	Superior			
C. E. - Con Tratamiento –	-179,402	-179,402	-222,904	3	,000

C. El. - Sin Tratamiento					
--------------------------	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2017

**INTERPRETACIÓN:**

Debido a que el (P-Valor= 0) <  $\alpha$ ; Se rechaza la H0 (Se acepta H1)

**c) Prueba de muestras relacionadas para Potencial de Hidrógeno (pH)**

	Diferencias relacionadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
	Inferior	Superior			
pH. - Con Tratamiento - pH - Sin Tratamiento	,03454	,05046	17,000	3	,000

Fuente: Elaboración propia, 2017

**INTERPRETACIÓN:**

Debido a que el (P-Valor = 0) <  $\alpha$ : Se rechaza la H0 (Se acepta H1)

**d) Prueba de muestras relacionadas para Sólidos Disueltos Totales (S.D.T.)**

	Diferencias relacionadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
	Inferior	Superior			

S.D.T. - Con Tratamiento	-160,046	-158,454	-637,000	3	,000
S.D.T. - Sin Tratamiento					

Fuente: Elaboración propia, 2017

### INTERPRETACIÓN:

Debido a que el (P-Valor = 0) <  $\alpha$  Se rechaza la H0 (Se acepta H1)

#### e) Prueba de muestras relacionadas para Turbidez

	Diferencias relacionadas		t	gl	Sig. (bilat- eral)
	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
	Inferior	Superior			
Turbidez - Con Tratamiento	-572,26171	-570,63329	-2233,576	3	,000
Turbidez - Sin Tratamiento					

Fuente: Elaboración propia, 2017

### INTERPRETACIÓN:

Debido a que el (P-Valor = 0) <  $\alpha$  Se rechaza la H0 (Se acepta H1)

#### 4.7. DISCUSIÓN

Para la hipótesis general según el Gráfico N°15 tenemos la Conductividad Eléctrica (C.E.) disminuyó su parámetro de 1251 a 1069  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con una reducción del 14,55%. En el Gráfico N°16 los Sólidos Disueltos Totales su parámetro bajó de 570 a 411 mg/L, con reducción del 27,89%. Y en el Gráfico N°18 tenemos que en la turbidez bajó considerablemente de 578 a 17,14 UNT con un porcentaje de reducción de hasta 97,03%. Los cuales están en concordancia con Mera, C; Gutiérrez, M; Montes, S; Paz, J. (2016) cuyo trabajo de investigación fue “Efecto de la *Moringa Oleífera* en el Tratamiento de Aguas Residuales en el Cauca” en donde obtuvo los siguientes resultados después del tratamiento, turbidez de 18,33 UNT; C.E. 2867 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; y S.S. 96 mg/L.

Para la primera hipótesis específica según los Gráficos N°15, 16 y 18 que se muestran tenemos una eficiencia de 14,55%, 27,89%, 97,03% respectivamente. Siendo la Turbidez quien mayor eficiencia posee reduciéndose de 578,00 a 17,14 UNT. En concordancia con Feria, J.; Bermúdez, S. y Estrada, A. (2014) quienes obtuvieron 98,4% de eficiencia en la remoción de Turbidez con su investigación “Eficiencia de la Semilla *Moringa Oleífera* como coagulante natural para la remoción de la Turbidez del Río Sinú”.

Para la segunda hipótesis específica según la Tabla N°04 con tiempo y revoluciones de agitación y la Tabla N°05 con dosificaciones del coagulante (10, 15, 20, 30 y 40 mg/L). En donde los resultados de C.E., Turbidez, T°, S.D.T. y pH para la obtención de la dosis óptima fueron en cada caso de 15mg/L. En concordancia con Núñez, P. (2007). Con su tema de investigación “Validación de la efectividad de la semilla de *Moringa Oleífera* como coagulante natural del agua

destinada al consumo humano, Morocelí, Honduras” en donde la concentración del coagulante fue de 150 a 500 mg/L Obteniendo en el caso de Turbidez un reducción de hasta 98%.

## CONCLUSIONES

El uso de semilla Moringa (*Moringa Oleífera*) como coagulante orgánico favorece en la reducción de los parámetros físicos y químicos siendo un método alternativo, eficaz y de bajo costo que ayuda de manera directa en el tratamiento de las aguas superficiales.

Con el tratamiento de semilla Moringa (*Moringa Oleífera*), se determinó una eficiencia de hasta 97.03% en cuanto a Turbidez, debido a su reducción de 578 UNT a 17,14 UNT. Para los Sólidos Disueltos Totales su eficiencia fue de 27,89% por reducirse de 570 mg/L a 411 mg/L. Y para la Conductividad Eléctrica su eficiencia fue del 14,43% con una reducción que va de 1251 $\mu$ S/cm a 1069  $\mu$ S/cm.

Según los datos obtenidos con el tratamiento de semilla Moringa (*Moringa Oleífera*), la dosis óptima de la solución coagulante fue de 15 ml por litro de muestra o agua a tratar, luego de realizar pruebas con concentraciones de 10, 15, 20, 30 y 40 mg/L. Siendo (15mg/L) la que mayor reducción se obtuvo.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar un reconocimiento del área de estudio, para evitar posibles peligros y riesgos que puedan afectar la integridad y salud de la persona.

Contar con autorizaciones y permisos de entidades que se encuentran dentro del área de estudio para la obtención de las muestras a tomar en caso sea necesario.

Contar con los equipos debidamente calibrados.

Realizar capacitaciones y difundir la información sobre el uso de la semilla de Moringa para la purificación, potabilización del agua y como tratamiento de las aguas superficiales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2006).** Reglamento de procedimientos administrativos para el otorgamiento de autorizaciones de vertimiento y reusó de aguas de vertimiento y reusó de aguas residuales tratadas en: <[http://portal.ana.gob.pe/media/497100/reglamento%20vertimientos\\_rj218.pdf](http://portal.ana.gob.pe/media/497100/reglamento%20vertimientos_rj218.pdf)>
- ANA. (2007).** PLAN NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS DEL PERÚ tratadas Disponible en: <<http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursoshidricos2013.pdf>>
- ANA (2017).** “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos superficiales” Disponible en: [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf)
- DE ANDRADE, Luciana. (2017).** Caracterización estructural del coagulante Moringa Oleifera Lectina y su efecto sobre los parámetros hemostáticos” Brasil. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/doi/pii/S014181301300130X?via%3Dihub>
- DIAZ, J. (2017).** COAGULANTE – FLOCULANTE ORGÁNICOS E INORGÁNICOS ELABORADOS DE PLANTAS Y DEL RECICLAJE DE LA CHATAARRA, PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS“”.

**FERIA DIAZ, Jhon Jairo; BERMUDEZ ROA, Sixto y ESTRADA TORDECILLA,**

**Ana María. (2017)** Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. Rev. P + L

Disponible en:

<[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552014000100001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552014000100001&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1909-0455.

**GÓMEZ, K. (2013)** "EVALUACIÓN DE REDIMIENTO DE EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DE LA FRACCIÓN EXTRAÍBLE DE LA SEMILLA DE MORINGA (*Moringa Oleifera* Lam.) A NIVEL LABORATORIO". Guatemala. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1345\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1345_Q.pdf)

**GUANANGA, Ana. (2013)** “Optimización de la planta de tratamiento de agua potable”.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Disponible en:

<http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/3108/1/96T00227.pdf>.

**MARTÍNEZ, J. y GONZALES, L. (2017).** “EVALUACIÓN DEL PODER DEL COAGULANTE DE LA TUNA (*opuntia ficus indica*) PARA LA REMOCIÓN DE TURBIDEZ Y COLOR EN AGUAS CRUDAS”. Disponible en:

<<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/137/1/EVLUACI%C3%9>

**MARTINEZ, Daimarys; CARRASQUERO, Sedolfo y VARGAS, Luis. (2011).** USO DE LA *MORINGA OLEIFERA* PARA EL MEJORAMIENTO DE CALIDAD DEL AGUA DE UN EFLUENTE DOMÉSTICO PROVENIENTE DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN Disponible en:  
<<http://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/download/289/289>>

**MARTIN, C (201).** et al. Potenciales aplicaciones de Moringa Oleifera. Una revisión crítica. *Pastos y Forrajes* Disponible en:  
<[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086403942013000200001&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942013000200001&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0864-0394.

**MERA ALEGRIA, Carlos Fernando; GUTIÉRREZ SALAMANCA, Madeleine Lieset. (2017)** EFECTO DE LA *Moringa oleífera* EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CAUCA. [en línea] 2016, vol. 14 n° 2 (Julio-Diciembre) [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2107], pp 100-109. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a12.pdf>

**MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2016).** “Ley General del Ambiente – ley N° 28611”. Artículo 31 .Del Estándar de Calidad Ambiental. Disponible en:  
<<http://cdam.minam.gob.pe/novedades/leygeneralambiente2.pdf>>.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2012).** “GLOSARIO DE TERMINOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL PERUANA”. Disponible en:

<http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Glosario-de-Terminos.pdf>

**MOLANO, L. (2016).** “LAS SEMILLAS DE *Moringa Oleífera* Lam. COMO ALTERNATIVA DE COAGULANTE NATURAL PARA PURIFICACIÓN DE AGUAS”. Disponible en:

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7112/2/142202.pdf>

**NUÑEZ, E (2017).** “Validación de la efectividad de la semilla de *Moringa Oleífera* como coagulante natural del agua, destinada al consumo humano, Morocelí, Honduras“. Disponible en:

<<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/522/1/IAD-2007-T013.pdf>>.

**NUÑEZ, Claudia (2017).** “RECUPERACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS DEL AGUA DE COLA POR COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE HISTAMINA”. Disponible en:

<<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1920/P10.N8-T.pdf?sequence=1>>.

**OROZCO, Carmen; PÉREZ, Antonio; GONZÁLES, Nieves; ALFAYATE, José.**

(2011) CONTAMINACIÓN AMBIENTAL una visión desde la química. [printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false](https://www.amazon.com/Contaminaci%C3%B3n-Ambiental-una-visi%C3%B3n-desde-la-qu%C3%ADmica/dp/9788497321785). ISBN 978- 84- 9732-178-5

**ROJAS VARGAS, Juan. (2013).** “Potabilización de aguas superficiales mediante el proceso de ultrafiltración con membranas arrolladas en espiral”. España.

2008. tesis para aspirar al Grado de Doctor. Universidad de Granada. Editor: Editorial de la Universidad de Granada. p6. ISBN: 978-84-691-5648-3

**SANDOVAL ARREOLA, María Martha. (2013).** LAINES CANEPA, José Ramón, “Moringa Oleifera una alternativa para sustituir coagulantes metálicos en el tratamiento de aguas superficiales Ingeniería”. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46730913001> ISSN 1665-529X

## **ANEXOS**

## ANEXO N°01

## MONITOREO

### GRÁFICO N° 20

#### UBICACIÓN DE PUNTO DE MUESTREO



### GRÁFICO N° 21

#### RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO



## GRÁFICO N° 22

### TOMANDO LAS COORDENADAS UTM



TABLA N° 12

### UBICACIÓN Y LOCALIZACION DE ÁREA DE ESTUDIO

			Fecha:	25.05.2017
			Hora:	5:43 pm
UTM - Este	UTM - Norte	ALTITUD (m.s.n.m.)	Punto de Muestreo	# de Muestra
8697571	278721	236 m	M-1	1

Fuente: Elaboración propia, 2017

**GRÁFICO N° 23**  
**MUESTREO DE AGUAS**



**GRÁFICO N° 24**  
**TRIPLE LAVADO DE ENVASES**



## GRÁFICO N° 25

### RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA



## GRÁFICO N° 26

### ROTULACION DE LOS ENVASES



## ANEXO N° 02

### CALCULOS PARA HALLAR LA EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN

- **CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE) ( $\mu S/cm$ )**

INICIAL: 580  $\mu S/cm$

FINAL: 421  $\mu S/cm$

$$580 \mu S/cm - 421 \mu S/cm = 159 \mu S/cm$$

$$580 \mu S/cm \quad \text{—————} 100 \% \quad X1 = 27,41 \%$$

$$421 \mu S/cm \quad \text{—————} X1 \rightarrow$$

- **SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)**

INICIAL: 1261 mg/L

FINAL: 1079 mg/L

$$1261 mg/L - 1079 mg/L = 182 mg/L$$

$$1261 mg/L \quad \text{—————} 100 \% \quad X2 = 14.43 \%$$

$$182 mg/L \quad \text{—————} X2 \rightarrow$$

- **TURBIEDAD (NTU)**

INICIAL: 589 NTU

FINAL: 17,30 NTU

$$589 NTU - 17,30 NTU = 571,7 \%$$

$$589 NTU \quad 100 \% \quad X3 = 97,06 \%$$

$$571,7 NTU \quad \text{—————} X3$$



## NORMAS LEGALES

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, aprobadas 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 posible 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 presentan corriente continua, de origen y estado natural y léntico 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**

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

**FÍSICOS - QUÍMICOS**

Acetles y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(uS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	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 antrópico	Ausencia de Material Flotante de origen antrópico	Ausencia de Material Flotante de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	mg/L	3	3	**
Amoniaco- 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 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	**
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	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
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
Hidrocarburos de petróleo emulsionado o disuelto (C10 - C28 y mayores a C28 )	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(c)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodiorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>				
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 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro 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 potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BTEX</b>				
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	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<b>Organofosforados:</b>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
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	**
<b>Carbamatos:</b>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<b>Policloruros Bifenilos Totales</b>				
PCB's	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
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	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Microcistina-LR</i>	mg/L	0,001	0,001	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>5</sup>

(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 (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodiorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{E_{\text{CAcloroformo}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{E_{\text{CADibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromodichlorometano}}}{E_{\text{CABromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{bromoforno}}}{E_{\text{CABromoforno}}} \leq 1$$

Dónde:

C = Concentración en mg/L y

ECA: Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano)

(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	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>			
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 <sub>5</sub> )	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	10	**
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	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	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>			
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	**
Cobre	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	**
Niquel	mg/L	0,02	**

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	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	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1000	4 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	200	1 000
<i>Escherichia coli</i>	E.coli /100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**
<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
<i>Salmonella sp</i>	Presencia/100 ml	0	0
<i>Vibrio cholerae</i>	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
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>					
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) (b)	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 <sub>5</sub> )	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥4	≥3	≥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 Suspendedos Totales	mg/L	80	60	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
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>					
Amoniaco	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	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	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
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
<b>ORGÁNICO</b>					
Hidrocarburos de Petróleo Totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
<b>ORGANOLEPTICO</b>					
Hidrocarburos de petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
<b>POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES</b>					
(PCB's)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
<b>MICROBIOLÓGICO</b>					
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	≤14 (área Aprobada)(c)	≤30	1 000	200
	NMP/100 mL	*≤88 (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 Amoniaco para Aguas Dulce :

Estándar de calidad de concentración del nitrógeno amoniaco 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	3.26	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 amoniaco total en el medio ambiente acuático a menudo se expresan en mg / L de amoniaco total -N. Los actuales valores de referencia (mg / L de NH3) se pueden convertir a mg/L de amoniaco total -N multiplicando el valor de referencia correspondiente por 0.8224. 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
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(uS/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	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
Fluoruros	mg/l	1	**
Nitros (NO <sub>2</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -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
Sulfatos	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	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

CATEGORÍAS		ECA AGUA: CATEGORÍA 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
<b>PLAGUICIDAS</b>			
Parathion	ug/l	35	35
<b>Organoclorados</b>			
Aldrin	ug/l	0,004	0,7
Clordano	ug/l	0,006	7
DDT	ug/l	0,001	30
Dieldrin	ug/l	0,5	0,5
Endosulfan	ug/l	0,01	0,01
Endrin	ug/l	0,004	0,2
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/l	0,01	0,03
Lindano	ug/l	4	4
<b>CARBAMATO:</b>			
Aldicarb	ug/l	1	11
<b>POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES</b>			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/l	0,04	0,045
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>			
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.

## CATEGORÍA 4

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 4				
		E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS COSTA Y SIERRA		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS	
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>						
Aceites y grasa (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Total	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(uS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco	mg/L	1,9	1,9	1,9	0,4	0,55
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	30

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 4				
		E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS COSTA Y SIERRA		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS	
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
<b>INORGÁNICOS</b>						
Antimonio	mg/L	0,61	1,6	0,61	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0061	0,0061
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
<b>ORGÁNICOS</b>						
<b>I. Compuestos Orgánicos Volátiles</b>						
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
HHTP						
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
<b>BTEX</b>						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>PLAGUICIDAS</b>						
<b>Organofosforados:</b>						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Parathion	mg/L	0,00013	0,00013	0,00013	**	**
<b>ORGANOCORRADOS</b>						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfan	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087	0,000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Heptacloro epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Perclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>CARBAMATO:</b>						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,0015	0,0015	0,0015
<b>POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES (PCB's)</b>						
	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 mL	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

(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° 05**  
**INSTRUMENTOS**

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES**

Solicitante:

Dirección:

Distrito:

Lugar de Monitoreo:

DNI:

Teléfono:

<b>Medición de Parámetros Ambientales</b>								
<b>Puntos de Muestreo</b>	<b>UTM Este</b>	<b>UTM Norte</b>	<b>Altura m.s.n.m</b>	<b>p H</b>	<b>T°</b>	<b>Conductividad (Us/cm)</b>	<b>Solidos Disueltos Totales (ppm)</b>	<b>Turbiedad UTN</b>

Nombres Y Apellidos del responsable:

Fecha:

Firma:

Fuente: Elaboración Propia, 2017.