

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y DE RECURSOS NATURALES



NOV 2018

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“TRATAMIENTO FISICO QUIMICO DE LOS
EFLUENTES INDUSTRIALES GENERADOS EN
UNA PLANTA DE BENEFICIO DE RESES
PARA SU DISPOSICION FINAL – UBICADA EN
EL ÁREA DE AMORTIGUACIÓN DE LOS
PANTANOS DE VILLA”**

Autor: Mg. Máximo Fidel Baca Neglia - Código 1233

**PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 01 de Setiembre de 2017
al 31 de Agosto de 2018**

Resolución de aprobación N° 890-2017-R-Callao 02.10.2017

Callao, Agosto de 2018

I. INDICE

	Pág.
I INDICE	001
II RESUMEM y ABSTRAC	005
III INTRODUCCION	007
3.1. Importancia	008
3.2. Justificación	009
3.2.1. Justificación ambiental	009
3.2.2. Justificación económica	009
IV MARCO TEORICO	010
4.1. Antecedentes.	010
4.1.1. Tratamiento de aguas residuales de mataderos mediante reactores anaeróbicos de lecho empacado.	010
4.1.2. Diseño de procesos anaeróbicos para el tratamiento de desechos industriales y municipales.	011
4.1.3. Tratamiento anaerobio de efluentes de matadero y frigorífico.	011
4.1.4. Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio o matadero de ganado.	011
4.1.5. Tratamiento de aguas residuales de frigoríficos.	012
4.2. Descripción del procesos en un matadero y plantas procesadoras de carne.	012
4.3. Composición de aguas residuales.	013
4.4. Sistema de tratamiento del agua residual en mataderos.	014
4.4.1. Etapas del tratamiento de aguas residuales de mataderos y plantas de procesamiento de carne.	015
4.4.2. Procesos primarios realizados en los mataderos.	016
4.4.3. Recogida de las aguas residuales.	016
4.4.4. Fases y sistemas de tratamiento.	017
4.4.4.1. Sistema de tratamiento primario (Físico).	018
4.4.4.2. Tratamiento primario (Fisicoquímico).	019
4.4.4.3. Sistema de tratamiento secundario (Biológico).	020
4.4.4.4. Tratamiento avanzado de las aguas residuales.	021
4.5. Áreas de conservación.-	021
4.5.1. Pantanos de Villa.	022
4.5.2. Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa (ZRE).	022
4.5.3. Zona de Amortiguamiento (ZA).	022



4.6. Teorías generales relacionadas con el tema.	023
4.6.1. Tratamientos Físicos - Químicos.	023
4.6.2. Tratamientos Primarios.	023
4.6.2.1. Homogeneización de efluentes.	023
4.6.2.2. Cribado.	023
4.6.2.3. Neutralización.	023
4.6.2.4. Coagulación – Floculación.	024
4.6.2.5. Separación de fases.	024
4.7. Normas Legales.	025
4.7.1. Constitución Política del Perú, (29 Diciembre de 1993).	025
4.7.2. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente (13 de Octubre del 2005).	025
4.7.3. D.L. N°1055, Decreto Legislativo que modifica la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.	026
4.7.4. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias (7 de junio de 2017).	026
4.7.5. R.M. N° 026-INTICI/DM Protocolo de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas (23 de febrero de 2000).	026

V MATERIALES Y METODOS

5.1. Materiales.	027
5.1.1. Trabajo de Gabinete.	027
5.1.2. Trabajo de Campo.	027
5.1.2.1. Actividades de Pre-Muestreo.	029
5.1.2.2. Actividades de Muestreo y Recolección de la Muestra.	029
5.1.2.3. Actividades de Post-Muestreo.	031
5.2. Tipo de Investigación.	031
5.3. Diseño de la Investigación.	033
5.4. Estrategia de prueba de hipótesis.	034
5.5. Variables.	035
5.5.1. Variable Independiente.	035
5.5.2. Variable Dependiente.	036
5.6. Población.	036
5.7. Muestra.	036
5.8. Técnicas de Investigación.	036
5.8.1. Instrumentos de recolección de datos.	037

5.8.2. Procesamiento y análisis de datos.	038
VI RESULTADOS	040
6.1. Estimación de caudales generados de efluentes.	040
6.2. Características de los efluentes previos al tratamiento.	041
6.3. Tratamiento físico químico de los efluentes provenientes de la Zona de Duchas.	042
6.3.1. Prueba de jarras con dosis de Cloruro Férrico, Polielectrolito Catiónico y Aniónico.	042
6.3.2. Prueba de jarras reduciendo la dosis de Cloruro Férrico, se mantiene las de Polielectrolito Catiónico y Aniónico.	044
6.3.3. Prueba de jarras con dosis de Alúmina, se mantienen las de Polielectrolito Catiónico y Aniónico.	045
6.3.4. Prueba de jarra con la dosis optima seleccionada de Alúmina, Polielectrolito Catiónico y Aniónico, simulando el tratamiento.	048
6.3.5. Resultados analítico del efluente proveniente de la Zona de Duchas, tratado en las PJ con la dosis óptima de reactivos.	053
6.4. Tratamiento físico químico de los efluentes a la salida de la Poza de Bombeo hacia la Cisterna.	053
6.4.1. Prueba de jarras con dosis de Alúmina, Polielectrolito Catiónico y Aniónico.	054
6.4.2. Prueba de jarras manteniendo fija la dosis de Alúmina y la del Polielectrolito Aniónico, variando la del Polielectrolito Catiónico.	056
6.4.3. Prueba de jarras manteniendo fija la dosis de Alúmina y la del Polielectrolito Catiónico, variando la del Polielectrolito Aniónico.	057
6.4.4. Prueba de jarras con la dosis optima de Alúmina, Polielectrolito Catiónico y Aniónico.	059
6.4.5. Prueba de jarras final con dosis optima de Cloruro Férrico y de los Polielectrolitos Catiónicos y Aniónicos.	062
VII DISCUSIÓN	065
7.1. De los efluentes provenientes de la zona de duchas.	066
7.2. De los efluentes provenientes de la salida de la poza de bombeo.	068
7.3. Conclusiones a partir de los resultados de la investigación:	069
7.3.1. Para los efluentes provenientes de las zonas de duchas.	069
7.3.1.1. Sistema de captación y desbaste.	070
7.3.1.2. Tanque de homogeneización.	070
7.3.1.3. Tratamiento físico – químico.	071



7.3.1.4. Tratamiento Biológico.	072
7.3.2. Para los efluentes provenientes de la salida de la poza de bombeo.	072
7.3.2.1. Tratamiento físico – químico.	073
7.3.2.2. Humedales Artificiales de flujo horizontal	074
7.4. Recomendaciones	074
VIII REFERENCIALES	076
IX APÉNDICES	080
FIGURAS:	
5.4. Equipo de Pruebas de Jarras.	080
6.4.a Conjunto de vistas que muestran la trampa de grasas y sólidos.	080
6.4.b Vista que muestra la trampa de grasas en la que se observa la reja de desbaste para la retención de sólidos.	081
6.4.c Conjunto de vistas que muestra: a la izquierda la poza de recogidas de fino; a la derecha en un primer plano se observa la poza de bombeo, en la parte anterior la poza de finos y más atrás la trampa de grasas y solidos	081
6.4.d Vista que muestra la poza de recogidas de finos con su reja de finos.	081
6.4.e Vistas que muestran la poza de bombeo donde se puede apreciar en la vista de la izquierda el efluente proveniente de la poza de finos, en la segunda vista se aprecia la electrobomba sumergible para el trasvase a la cisterna de acopio.	082
6.4.2.1. Tanque de homogeneización	082
X ANEXOS	083
Matriz de consistencia	083
FIGURAS:	
3. Mapa de ubicación de los Pantanos de Villa.	084
4.1.4. Equipo de flotación de laboratorio (Bench test kit)	084
4.5.3.a. Zona de amortiguamiento de los Pantanos de Villa	085
4.4.3.b. Mapas de Núcleo y amortiguamiento de los Pantanos de Villa	085
4.6.2.2 Rejas de Desbaste - Cribado	086
6. Plano del CAMAL FRIGORIFICO FRISANA SAC	087
TABLAS:	
4.6.1. Componentes del agua residual que pueden eliminarse por tratamiento físico-químico.	088
4.6.2.5. Tratamientos primarios empleados para aguas residuales industriales.	088
4.7.5. Decreto Supremo N° 004-2007-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias (1 de junio 2017).	089
5.1.2. Criterios de recolección, preservación y almacenamiento	099

II. RESUMEN

La Investigación, se realizó en la empresa “**CAMAL FRIGORIFICO FRISANA SAC**”, ubicada en el Distrito de Chorillos - Lima, y tuvo como objetivo evaluar el sistema de tratamiento físico químico para el tratamiento de los efluentes industriales generados en las planta de beneficios de reses y proponer el mismo para su implementación.

Previamente se determinaron dos tipos de efluentes que por su carga orgánica no es conveniente que se mezclen, de modo que se trataron por separado, como se muestra: Para los efluentes provenientes de duchas, sala de oreo (es la deshidratación, perdida de agua) y de cueros, se sometieron a Pruebas de Jarras (PJ), obteniéndose los siguientes resultados: para la Turbiedad de 262 NTU (pH:7.5) se obtuvo una reducción de 98.28% (4.5 NTU y pH: 6.5); para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) de 203 mg/L, se redujo a 68.67% (63.6 mg/L); para la Demanda Química de Oxígeno (DQO), de 753 mg/L se redujo a 80.65% (145.70 mg/L); para Aceites y Grasas de 35.50 mg/L se redujo a 96.62%, (1.2 mg/L), aplicándose en las PJ las dosis de 1 ml de Alúmina (solución al 50%, % peso), 1 ppm de polímero catiónico y 1 ppm de polímero aniónico). Mientras para los efluentes provenientes de la sala de matanza, separación de vísceras y sala de menudencias, se obtuvieron los siguientes resultados: para la Turbiedad de 433.60 NTU (pH:7.6) con reducción de 97.78% (9.6 NTU y pH: 6.9); para la DBO₅ de 1252.90 mg/L, se redujo a 37.40% (784.30 mg/L); DQO, de 2429.20 mg/L se redujo a 61.33% (939.30 mg/L); AyG de 45.30 mg/L se logró reducir a 92.05%, (3.6 mg/L), resultados obtenidos en las PJ aplicando dosis de 3 ml de Cloruro Férrico en solución al 40% (% peso), 30 ppm de polímero catiónico y 3 ppm de polímero aniónico).

La investigación demostró la capacidad del tratamiento físico - químico para reducir el grado de contaminación de los efluentes, a la luz de los resultados, este debe complementarse con un tratamiento del tipo biológico para alcanzar los valores de los ECAs para la disposición final.

Palabras clave: Tratamiento físico químicos; Polielectrolitos (Catiónicos y Aniónicos)

ABSTRACT

The research was conducted in the company "CAMAL FRIGORIFICO FRISANA SAC", located in the District of Chorillos – Lima, and aimed to assess the system of physical chemical treatment for the treatment of industrial effluents generated in plant the benefit cattle and propose the same for its implementation. Previously determined two types of effluent that is not suitable to that mix, so were treated separately, as it is shown by its organic load: for the effluents from showers, room of oreo (is dehydration, loss of water) and leathers, they were subjected to Tests of Jar (TJ), obtained the following results: for 262 turbidity NTU (pH:7.5) there was a reduction of 98.28% (4.5 NTU and pH: 6.5); for the Biochemical Demand of Oxygen (BDO₅) 203 mg/l, was reduced to 68.67% (63.6 mg/L); for the Chemical Demand of Oxygen (COD), 753 mg/l was reduced to 80.65% (145.70 mg/L); for Oils and Fats of 35.50 mg/L was reduced to 96.62%, (1.2 mg/L), to be applied in the TJ doses of 1 ml of Alumina (50% solution, weight %), 1 ppm of polymer cationic and anionic polymer 1 ppm). While the effluents from the room of massacre, separation of viscera and offal room, the following results were obtained: to 433.60 turbidity NTU (pH:7. 6) with reduction of 97.78% (9.6 NTU and pH: 6.9); for the 1252.90 BOD₅ mg/L, was reduced to 37.40% (784.30 mg/L); COD, 2429.20 mg/L was reduced to 61.33% (939.30 mg/L); O and F 45.30 mg/L achieved a reduce to 92.05% (3.6 mg/L), results in the TJ applying dose of 3 ml of ferric chloride in solution, 40% (weight %), 30 ppm of cationic polymer and 3 ppm anionic polymer.

Investigation showed the ability of physical treatment - chemical to reduce the degree of contamination of the effluents, in the light of the results; this must be complemented with a treatment of biological type to achieve the values of Environmental Quality Standards for the final disposition.

Key words: physical chemical treatment; Polyelectrolytes (cationic and anionic)

III. INTRODUCCION

El Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa fue declarado Área Nacional Protegida (ANP) en el 2006 con el objetivo de proteger la avifauna migratoria y residente de un ecosistema acuático, así como para conservar el paisaje e incentivar actividades educativas y turísticas. Siendo la única área natural protegida asentada en el casco urbano, el Refugio se alza como un imponente humedal que llena de vida la ciudad de Lima, (ver en anexo la Figura 3), por ello, en 1997 fue reconocido como Sitio Ramsar. En su condición de humedal provee a la población local importantes servicios ambientales como almacenamiento de agua, contención ante inundaciones y tsunamis, retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes, así como estabilización del litoral y control de la erosión. Un refugio para el descanso Este importante humedal constituye una reserva de flora y fauna típica de ambientes acuáticos costeros insertados en la capital del país, a él llegan cientos de especies de aves migratorias desde Norteamérica como de la región Austral, pues es un lugar donde encuentran descanso en su ruta. Además, Los Pantanos de Villa se presenta como un área para la reproducción de las aves residentes, lo que le genera la oportunidad de aprovechar la actividad turística y de educación ambiental. Solo en el 2012, el Refugio recibió más de 34 mil visitantes, de los cuales el 75% eran escolares (SERNAMP - El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado-SERNANP).

Los Pantanos de Villa y sus alrededores sufren una complejidad de conflictos ambientales. Los cuales encontramos con los conflictos territoriales sobre la urbanización, asentamientos humanos, actividades productivas y no productivas que día a día están ganando terreno.

También los conflictos socioeconómicos que suele darse con las actividades económicas- productivas como grandes almacenes, locales clandestinos, centros recreativos, etc. la problemática institucional y jurídica con normativas y reglamentos contradictorios e irregulares, mala

gestión y aplicación de estos instrumentos hacen que no se llegue a un acuerdo tanto para actividades económicas y los ecosistemas protegidos. El diario El Comercio, presento un artículo en el mes de febrero del 2017, señalando que los niños que se bañan en las acequias de los Pantanos de Villa pueden estar en riesgo de enfermedades infecciosas en el ser humano, entre ellas la meningitis. La fuente de contaminación sería por filtración de los pozos sépticos de las viviendas cercanas ya que estas viviendas no cuentan con servicio de agua potable y desagüe. Otra fuente de contaminación sería las aguas residuales de un camal que opera dentro de la zona de amortiguamiento, debido que no cuenta con una planta de tratamiento y sus aguas se filtran fácilmente a través del suelo.

Este trabajo de investigación tuvo como Objetivo General "Evaluar el sistema de tratamiento físico químico para el tratamiento de los efluentes industriales generados en la planta de beneficios de reses y proponer el mismo para su implementación", ya que las aguas residuales contienen grandes cantidades de compuestos orgánicos e inorgánicos, Aceites y Grasas, siendo dañinos para el hombre y el medio ambiente.

El Problema Objeto de estudio que se planteó a modo de pregunta para la investigación fue el siguiente: **¿El tratamiento Físico Químico, de los efluentes industriales permitirá remover los contaminantes del agua residual generada en la planta de beneficio de reses ubicada en el área de amortiguación de los pantanos de Villa, de modo que estos puedan disponerse para su disposición final?**

3.1. Importancia.- La importancia del presente trabajo de investigación radica principalmente en la evaluación el sistema de tratamiento físico químico durante las pruebas de jarras a nivel de laboratorio en la que se sometieron las muestras de los efluentes industriales de la planta de beneficio de reses de modo que se pueda disponer o reusar estas aguas para la propia planta o en el riego de áreas verdes y jardines del distrito de Chorrillos, así como disponerlas a los propio Pantanos de Villa al cumplir con los ECAs de la Clase III.

Este sistema de tratamiento podrá ser replicado en otras plantas de beneficio de reses o camales.

3.2. Justificación.- El presente trabajo de investigación se justificó debido a la necesidad de que la planta de benéfico de reses para seguir operando en el área de amortiguamiento de los Pantanos de Villa cuente con un sistema de tratamiento que asegure que sus efluentes generados no impacten u originen problemas ambientales en los propios pantanos, de modo que los efluente tratados puedan ser reutilizados con fines de riego.

3.2.1. Justificación ambiental: evitar que se utilice proceso de percolación sobre el terreno, lo que pudiera generar así la contaminación del suelo y mediante infiltración contaminar los cuerpos de agua y canales aledaños que se dirigen hacia los estuarios de los pantanos de villa, alterando el ecosistema frágil del área natural protegida; es por ello la importancia necesaria de justificar ambientalmente un tratamiento de las aguas generadas por el proceso de matanza del ganado bovino.

3.2.2. Justificación económica.- El tratamiento físico químico de las aguas residuales, generalmente se realizan dosificando sales metálicas y/o coagulantes sintéticos que son de fabricación nacional y otras generalmente son importados las cuales debido a su pequeña cantidad de uso por metro cubico a pesar de su alto costo resulta barato cuando se dosifican adecuadamente o se dosifica exactamente reduciendo los costos frente a otros tratamientos que suelen de ser de mayor inversión caso de lodos activados entre otros.

IV. MARCO TEORICO

4.1. Antecedentes.- “La fuente de contaminación de las aguas residuales de mataderos se originan por heces, orina, sangre, pelusa, lavazas, residuos de carne y grasas, alimentos no digeridos, las tripas de los animales sacrificados y vapor condensado del tratamiento de los despojos” (Deyanira Muñoz Muñoz, 2005, P. 87).

De modo que las características que adquieren estos efluentes a partir de las diversas operaciones que se realizan durante el sacrificio de las reses en un matadero, han de requerir un tratamiento previos a su disposición final, siendo de mayor exigencia sino se dispone de un alcantarillado sanitaria público y esta disposición se realizaría a una fuente natural.

El procesos de sacrificio de reses y otros animales con el fin de obtener un producto dentro de las normas sanitarias se ve obligada a utilizar grandes cantidades de agua, lo que constituye un factor importante del costo, su tratamiento a posteriori en la planta y su disposición final, debido a esto es necesario efectuar una adecuada gestión del agua dentro de cada una de las operaciones, por lo que se recomienda utilizar el volumen mínimo de agua necesario para alcanzar unas normas higiénicas adecuadas y ahorro económico significativo.

4.1.1. Tratamiento de aguas residuales de matadero mediante reactores anaeróbicos de lecho empacado.- Trabajo elaborado por Díaz Baex María Consuelo, presentado en el Congreso de Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales en América Latina, llevado a cabo en la ciudad de México, D.F. UNAM entre el 8 y 9 de Noviembre del 1990, en la que: “explica la contaminación del Río Bogotá, por descargas de aguas residuales de camales, a ríos y al alcantarillado. Describe etapas trabajando, en soporte para operación de reactores de película fija de flujo ascendente, a nivel de

laboratorio, comparó el comportamiento a diferentes temperaturas, evaluando la capacidad del sistema para asimilar cargas a temperatura ambiente” (P. 217).

4.1.2. Diseño de procesos anaeróbicos para el tratamiento de desechos industriales y municipales.- Trabajo desarrollado por Joseph F; Malina Jr; & Frederick G. Pohland, 1992, en la que tratan: “conceptos fundamentales y aplicaciones del tratamiento anaerobio. Presenta aspectos de diseño sobre procesos anaerobios de crecimiento suspendido y en película fija. Incluye información referente al diseño de reactor UASB para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales”.

4.1.3. Tratamiento anaerobio de efluentes de matadero y frigorífico.- Trabajo desarrollado por Javier Martínez, Marisol Mallo, Melga Galisteo, en la Facultad de Ingeniería del instituto de Ingeniería Química de Montevideo en Uruguay (1996), “utilizando un RAFA (15 L), con reciclo intermitente de 300 L/h, 40 seg. cada 20 min., para ensayo piloto se diseñó un reactor de forma cilíndrica de 0.95 m de diámetro y 4.3 M de altura, con un volumen (2.9 M³). Con serpentín de calefacción en el centro y la parte superior el separador cónico sólido – líquido – gas y el vertedero dentado. Se utilizó reciclo intermitente de 500L/h, 2 seg, cada 30 min. las 24 horas”.

4.1.4. Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio o matadero de ganado.- Trabajo desarrollado por Gilberto Salas C. y Cesario Condorhuamán C, publicado en la Revista Peruana de Química e Ingeniería Química (2008), artículo cuyo resumen caracteriza a los efluentes de los mataderos y presenta el resultado de la experiencia utilizando un DAF, explican, que los efluentes: “...líquidos producidos en un centro de beneficio o matadero, contienen sangre, rumen (SS), pelos, grasas, proteínas, carga orgánica, DBO y nutrientes (sangre), grasas y aceites, como líquidos de operación de escaldado y lavado de carcazas, limpieza de equipos e instalaciones” (P. 29).

Por otro lado: “...el DAF fue el sistema más eficiente, la temperatura varió (20 y 22 °C), fueron las características al ingreso: pH = 7,2;

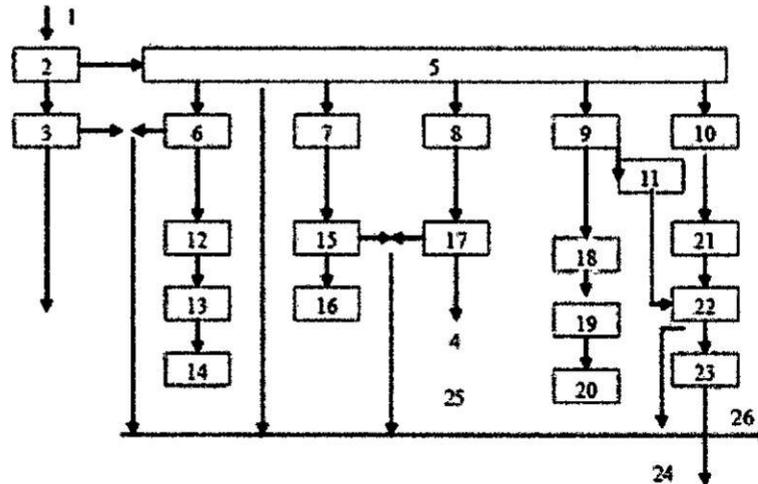
DBO₅ = 9300 mg/L. DQO = 4 700 mg/L, GyA = 28 mg/L. La relación aire-sólidos, (0,0014 y 0,0038). La máxima eficiencia de DBO es para una recirculación de 100%. La flotación con aire disuelto permitió reducir la carga contaminante contenida en los efluentes generados en el matadero, reduciendo el DBO₅ en 80%, DQO en 75% y Gy A en 95%." (P. 29), ver figura en Anexo la figura 4.1.4. (P. 34).

4.1.5. Tratamiento de aguas residuales de frigoríficos.- Trabajo desarrollado por Martínez J; Borzacconi Liliana; Mallo M; Viñas M., trabajo publicado en la revista Tratamiento anaerobio, Montevideo, Uruguay. Universidad de la República, 1994. p. 467-71. El trabajo consistió en el estudio de una planta de tratamiento de aguas residuales de frigorífico donde se procesan 650 bovinos por día. Se evaluó un sistema de tratamiento realizado en base a instalaciones existentes, sin introducir modificaciones significativas. Las instalaciones existentes permiten realizar tratamientos primarios (zarandas y flotación) y secundarios (reactor anaerobio y lagunas). En base a la evaluación primaria se concluyó que la presencia de sólidos suspendidos y grasas ocasiona problemas en los tratamientos biológicos. Para mejorar la eficiencia de los tratamientos primarios se realizaron ensayos de flotación con aire a presión obteniendo importantes mejoras

4.2. Descripción del proceso en un matadero y plantas procesadoras de carne.- (Deyanira M. M., 2005, P. 88) "En los mataderos, los animales antes de ser beneficiados son bañados para retirarles del cuerpo el polvo y las excretas. La sangre se recolecta independientemente y no debe descargarse junto con el agua residual. Una vez desangrado, el animal pasa a ser" despellejado en el caso de las reses, "las vísceras se limpian en la sección de procesamiento respectiva, en esta etapa se produce aguas de limpieza contaminadas con residuos, excrementos y sustancias provenientes de las mucosas. El primer estomago o panza es vaciado en otra sección donde se lava generando aguas residuales" (Deyanira M. M., 2005, P. 88). El diagrama de bloques de un matadero

incluyendo los puntos de aguas residuales se muestran a continuación:

Figura 4.2. Diagrama de Flujo de un matadero



Fuente: Manual de disposición de aguas residuales: Origen, descarga, tratamiento. Fresenius, W., ed; Schneider, W., ed. Lima, 1991.

La descripción de la Figura 4.2. se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 4.2. Descripción del Diagrama de flujo de un Camal

1. Animales	14. Deshidratación de la sangre
2. Corrales	15. Deshidratación y desalación
3. Tanque de sedimentación	16. Curtimiento
4. Mantillo (fertilizantes)	17. Presión
5. Sección de beneficio de reses	18. Descarga
6. Sangre	19. Desgrasado
7. Piel	20. Grasa y sebo
8. Contenido de vísceras	21. Abono
9. Productos secundarios	22. Lavado
10. Esqueletos, huesos.	23. Frigorífico
11. Hígado, riñones, etc.	24. Mercado
12. Coágulos	25. Agua residual
13. Desperdicios de cribas	26. Planta de purificación

Fuente: Manual de disposición de aguas residuales: Origen, descarga, tratamiento. Fresenius, W., ed; Schneider, W., ed. Lima, 1991.

4.3. Composición de aguas residuales.- La composición representativa teórica de las aguas residuales se establecen a partir de análisis de estudios realizados en el propio matadero, para esta referencia se

trata de los obtenidos en el matadero Municipal de Munich en Pompayan Colombia y se reporta en la tabla siguiente:

Tabla 4.3.
Composición del Agua Residual de un Matadero

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Temperatura, °C	20	Hierro, mg/L	0.8
pH	7	Oxígeno disuelto, mg/L	3.1
Alcalinidad total, mg CaCO ₃ /L	240	DQO, mg/L	3374
Acides total, mg CaCO ₃ /L	30	DBO ₅ , mg/L	1770.7
Dureza total, mg CaCO ₃ /L	28	Caudal, L/s	2.0
Sólidos sedimentables, mg/L	38	Fosfatos, mg/L	40.0
Sólidos suspendidos, mg/L	376	N-amoniaco, mg/L	8.8
Sólidos volátiles, mg/L	570	N-orgánico, mg/L	23.8
Sólidos totales, mg/L	3066	N-nitrito, mg/L	0.02
Sólidos fijos totales, mg/L	518	Grasas y aceites, mg/L	106.5
Conductividad eléctrica, ms/cm	650		

Fuente: Torres, P. Material de clase, selección de alternativas de tratamiento para aguas residuales, 2003.

La cantidad de agua residual proveniente de los mataderos, puede ser reducida mediante sistemas de recirculación o reutilización de aguas de refrigeración, mientras en procesamiento de carnes se logra reduciendo las cantidades de agua de limpieza, excepto cuando se tiene la separación y recuperación de grasas donde el agua es absolutamente necesaria.

4.4. Sistemas de tratamiento del agua residual en mataderos.-

(Deyanira M. M.), por lo "general el tratamiento de aguas residuales tiene en cuenta aspectos como la retención de las sustancias contaminantes, tóxicas y reutilizables; el tratamiento del agua como tal y el tratamiento del lodo. Los contaminantes de importancia son sólidos en suspensión, materia orgánica biodegradable, patógenos, nutrientes, contaminantes prioritarios, materia orgánica refractaria, metales pesados y sólidos inorgánicos disueltos" (2005, P 89).

El "objetivo principal de las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales es la recuperación y reutilización de materias primas, los métodos de tratamientos son similares al de las aguas residuales municipales. La carga de contaminante en aguas residuales de matadero se puede reducir: reteniendo los residuos del proceso de evisceración y de la recolección de estiércol, recuperando

las grasas en separadores y procesando mejor la sangre, las cerdas y el pelo” (Deyanira M. M. 2005, P 89).

Los tratamientos requeridos recomendados para el agua en el uso pecuario y otros., se reseñan en la tabla siguiente:

Tabla 4.3.1.
Clasificación de usos de agua para definir criterios de calidad del recurso Agua

Clase	USO	Criterio Calidad	Tratamiento Requerido
II	- Agrícola. - Pecuario. - Recreación. - Pesca.	Patógenos, color Turbiedad, pH, O.D. Compuestos Tóxicos, Sólidos, Grasas, °T	- Secundario - Desinfección.
III	- Agrícola. - Pecuario con restricciones. - Ciertos usos industriales	Color, pH, O.D. Compuestos tóxicos, sólidos flotantes, grasas, °T	- Primario y en algunos casos Secundario.

Fuente: Universidad del Valle. 2003. Material de clase de aguas residuales, Maestría.

4.4.1. Etapas del tratamiento de aguas residuales de mataderos y plantas de procesamiento de carne.- (Deyanira M. M. 2005, P 91):

“se recomienda para el tratamiento de las aguas residuales de mataderos y plantas de procesamiento de carnes:

- Extraer las sustancias reutilizables y las que obstruyen las tuberías.
- Descargue de vísceras e intestinos al sistema de alcantarillado, después de ser prensadas, trituradas e incineradas.
- Aguas residuales de temperatura superior a 30 C, deben ser enfriadas antes de su descarga.
- Tratar las aguas residuales en plantas independientes cuando las limitaciones económicas y técnicas impiden la conexión al sistema de alcantarillado.

Las etapas de tratamiento consiste en:

Separación de grasas.

Las aguas pretratadas pueden pasar por un tratamiento biológico completo en lagunas aireadas, en unidades de lodo activado y/o en zanjas de oxidación. Otra alternativa sería que las aguas residuales

primero sean desinfectadas, generalmente adicionando cloro, antes pasar por la precipitación química y la sedimentación”.

4.4.2. Procesos primarios realizados en los mataderos.

Deyanira M. M. 2005, P 91):

“La limpieza inicial en seco de los corrales reduce las cargas de aguas negras. La sangre es separada del efluente para su extracción posterior. Esto reducirá sustancialmente la demanda de oxígeno y color de las aguas residuales descargadas en el alcantarillado.

Una eliminación por separado del estiércol de las tripas reduce la cantidad de sólidos sedimentables en las aguas residuales que entran en las alcantarillas.

Cuando se utiliza el tratamiento húmedo de subproductos, el agua que queda en los depósitos después de quitar las grasas y los residuos se vuelve a tratar. En el tratamiento por vapor la centrifugación produce más aguas depositadas.

Los recortes y la mucosidad de las tripas se tratan para recuperar las grasas y las proteínas. Las aguas residuales de las máquinas de limpieza se descargan en los canales de captación para recuperar las grasas. Las aguas del lavado y del escaldado que contienen grasas y materia suspendida se descargan en los canales de captación”.

4.4.3. Recogidas de las aguas residuales.- (Deyanira M. M. 2005, P 92):

“Las aguas residuales deben ser recogidas, tratadas y eliminadas teniendo en cuenta las cantidades, el tipo de ganado, la índole de los líquidos y sólidos, las posibilidades de su uso después del tratamiento, la necesidad de evitar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud pública.

La instalación de recogida de las aguas residuales debe estar diseñada de manera que se divida en diferentes sistemas en el

punto de origen: Drenaje de la sangre, desagües de los corrales y del estiércol de las tripas, desagüe de las áreas de la matanza, los subproductos y su tratamiento, desagüe de residuos domésticos, desagüe de las aguas caldeadas, y de las zonas de venta, aparcamiento y servicios.

La separación de los sistemas de desechos evita medidas de tratamiento secundario en todo el sistema.

Estas se limitan a los departamentos o zonas donde la carga de contaminación o la demanda de oxígeno bioquímico son máxima. La separación normalmente dará origen a varios sistemas principales, pero el desagüe desde las zonas de matanza, subproductos y tratamiento de subproductos es posible que requiera una mayor segregación.

La cantidad de agua residual está relacionada con el número de animales sacrificados y el agua total (caliente y fría) consumida en la nave de carnización y las áreas para subproductos y su tratamiento, con inclusión de todos los desechos que contengan lavazas y sólidos suspendidos.

El tratamiento de las aguas residuales comienza en la planta, donde se debe hacer todo lo posible por adoptar una recuperación eficiente de los subproductos y una limpieza en seco, que reduce significativamente los gastos.

La evaluación del volumen de agua necesaria para convertir a un animal en carne depende del grado de tratamiento de los subproductos que se lleva a cabo en los locales. El límite recomendado es 1700 litros de agua por res procesada, con un aumento del 25 por ciento si se lleva a cabo el tratamiento de los productos no comestibles. La demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales es alrededor de 1500 ppm”.

4.4.4. Fases y sistemas de tratamiento.- (Deyanira M. M. 2005, P 93):

“Los procedimientos de tratamiento que se pueden emplear se clasifican en tres categorías distintas:



- Primario: tratamientos físicos y químicos.
- Secundario: tratamientos biológicos anaeróbicos o aeróbicos.
- Combinación de los dos tratamientos secundarios.

Todos los tratamientos indicados deben garantizar un control total de los patógenos y de los niveles de contaminación.

La utilización de depósitos equilibradores y/o de homogeneización de las corrientes evita la necesidad de que las plantas especializadas de tratamiento tengan una dimensión excesiva para ocuparse de las corrientes máximas. Ofrecen la ventaja de que la descarga del matadero se efectúe en un sistema municipal de alcantarillado y de tratar a sus propias aguas residuales. El control de los contaminantes y de las cargas de choque puede también dar origen a una utilización más eficiente de las instalaciones de tratamiento posterior”.

4.4.4.1. Sistema de tratamiento primario (Físico).- (Deyanira M. M. 2005, P 93):

“Los procedimientos de tratamiento físico comúnmente utilizados son: procedimientos de ordenación y de limpieza propiamente dicha seguidos del tamizado para la eliminación de los sólidos pesados y sedimentables, tubos en U para grasas y depósitos de despumación para la eliminación de los sólidos finos y las grasas y aceites.

En el pretratamiento de las aguas residuales de la industria de la carne se utiliza invariablemente el paso por una rejilla para excluir la carne, los huesos, las descarnaduras de pieles y cueros y otros sólidos gruesos de las aguas de desecho. Su función es sumamente importante y produce la eliminación de condiciones perjudiciales (bloques de la bomba o de las tuberías), corriente abajo, así como el mejoramiento de la eficiencia de los procedimientos de pretratamiento. Este método tiene escaso efecto en la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno, las grasas y los aceites o los sólidos en suspensión.

Las altas concentraciones de grasas que se dan en las aguas residuales de la industria de la carne se pueden reducir si los canales de desagüe del suelo y el equipo de los departamentos competentes se dotan de tubos en U antes de pasar por la criba para evitar el bloqueo de las tuberías, los desagües y otro equipo.

Las grasas pueden causar problemas en las cámaras de sedimentación que cuentan con separadores de espumas insuficientes cuya acumulación puede bloquear el filtro y provocar un posterior estancamiento y problemas de olor, en el cieno activado a causa de la acumulación y en los digestores al formar una capa en la superficie que no se degradará.

La eliminación de hasta el 90 por ciento de las grasas que flotan libremente mediante la utilización de tubos en U para grasas es posible, pero de tratarse de desechos de carne, particularmente cuando se transportan trozos de carne, es más eficiente la flotación por aire disuelto.

La flotación por aire disuelto es el procedimiento de flotación más común y se utiliza principalmente para el tratamiento primario de las aguas residuales de los mataderos.

El aire se disuelve en el agua residual bajo presión (3.4 m³/hora por m³ de depósito) y posteriormente se transforma en microburbujas (de 50 mm a 200 mm de diámetro) a presión atmosférica.

La flotación por aire disuelto facilita la recuperación de sebos, aceites y grasas, sólidos suspendidos y la demanda bioquímica de oxígeno, por un total de un 30 por ciento a un 60 por ciento de sólidos suspendidos y de un 50 por ciento a un 80 por ciento de sebos, aceites y grasas”.

4.4.4.2. Tratamiento primario (Fisicoquímico).- (Deyanira M. M. 2005, P 91):

“Una tecnología relativamente sencilla permite extraer hasta el 95 por ciento de los sólidos en suspensión y posiblemente el

70 por ciento de la demanda bioquímica de oxígeno por medio del tratamiento fisicoquímico.

Este consiste en el acondicionamiento o pretratamiento de las aguas residuales mediante la incorporación de coagulantes y agente de floculación para facilitar la sedimentación de los sólidos en suspensión. Esta fase va seguida de la clarificación al pasar el efluente tratado a través del depósito de sedimentación que separa el sedimento pesado del flotante, que es un líquido claro casi desprovisto de sólidos en suspensión y con unos niveles muy reducidos de demanda bioquímica de oxígeno.

Cuando las aguas residuales se tratan íntegramente en el lugar del matadero, es esencial facilitar la sedimentación primaria, que es probablemente necesaria si los desechos van a pasar posteriormente por filtros.

La eliminación de los lodos sedimentados o del cieno resultante de los sistemas de sedimentación descritos, debe estar libre de sustancias tóxicas y resultaría aceptable en muchas regiones como fertilizante agrícola. El cieno resultante contendrá de un 3 por ciento a un 5 por ciento de sólidos y podrá pasar por gravedad o por bombeo al área de eliminación; de lo contrario se necesitarán lechos para el secado, se puede adoptar la centrifugación u otro método para separación solido-liquido”.

4.4.4.3. Sistema de tratamiento secundario (Biológico).- (Deyanira M. M. 2005, P 94):

“Este puede ser precedente de un tratamiento Fisicoquímico y/o del tratamiento físico. El tratamiento biológico que se adopte pudra ser:

- Tratamiento biológico aeróbico (formación de estanques).
- Tratamiento de lodos activados.

La elección del sistema más adecuado depende de los costos, del nivel de demanda bioquímica de oxígeno requerido, de la superficie de tierras disponibles, del nivel de olores y de los requisitos municipales, en la forma en que proceda.

Los sistemas secundarios, deben ser selectivos y requieren un gran capital. Un tratamiento secundario para una planta de tamaño intermedio estaría justificado únicamente si se comparte con otros usuarios industriales”.

4.4.4.4. Tratamiento avanzado de las aguas residuales.-
(Deyanira M. M. 2005, P 95):

“El tratamiento terciario, o de tercera fase, suele emplearse para eliminar el fósforo, mientras que el tratamiento avanzado podría incluir pasos adicionales para mejorar la calidad del efluente eliminando los contaminantes recalcitrantes. Hay procesos que permiten eliminar más de un 99% de los sólidos en suspensión y reducir la DBO₅ en similar medida.

Los sólidos disueltos se reducen por medio de procesos como la ósmosis inversa y la electrodiálisis. La eliminación del amoníaco, la desnitrificación y la precipitación de los fosfatos pueden reducir el contenido en nutrientes. Si se pretende la reutilización del agua residual, la desinfección por tratamiento con ozono es considerada el método más fiable, excepción hecha de la cloración extrema.

El vertido final del agua tratada se realiza de varias formas, el más habitual es el vertido directo a un río o lago receptor, si se está en la zona urbana ha de cumplir con las normas de control y descargarse al colector sanitario.

En caso de adoptarse por la reutilización del efluente tratado, se debe tener en cuenta: la presencia de virus y bacterias las que se eliminaran por ozonización. En esta fase el agua debería estar libre de todo contaminante pero, para mayor seguridad, se emplean la segunda fase de absorción sobre carbón y la ósmosis inversa y, finalmente, se añade dióxido de cloro para obtener un agua de calidad máxima”.

4.5. Áreas de conservación.- Un área de conservación, es un área protegida determinada al que se le ha otorgado alguna medida de



protección legal a fin de mantener o preservar sus valores, ya sean características o formaciones naturales, de patrimonio cultural o la biota. Entre ellas encontramos, en general, reservas naturales, parques (nacional, natural, etc).

4.5.1. Pantanos de Villa.- El Refugio de Vida Silvestre de Los Pantanos de Villa es un área natural protegida que se encuentra en el litoral del distrito de Chorrillos en la provincia de Lima, departamento de Lima en el Perú.

Estos humedales naturales, son una reserva natural, que permite la anidación y el tránsito de aves migratorias y residentes. Es un sitio natural con abundancia en flora y fauna, perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Estado-SINANPE, a cargo desde el 2008 del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas - SERNANP, organismo público descentralizado del Ministerio del Ambiente, parcialmente administrado por iniciativa propia por PROHVILLA, organismo de la Municipalidad Provincial de Lima.

4.5.2. Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa (ZRE).- La Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa comprende el área natural protegida, así como el área adyacente que ejerce influencia en los procesos ecológicos inherentes a los Pantanos de Villa. La Zona de Reglamentación Especial es coincidente con la Zona de Amortiguamiento (ZA) de Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, que es ratificada en el Plan Maestro de la ANP-Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, y cuya delimitación está graficada en el Anexo N° 01 que forma parte integrante de la presente Ordenanza.

4.5.3. Zona de Amortiguamiento (ZA).- De acuerdo a lo establecido por la Ley de Áreas Naturales Protegidas – Ley N°26834, las Zonas de Amortiguamiento son aquellas zonas adyacentes a las Áreas Naturales Protegidas del SINANPE, que por su naturaleza y ubicación requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del área protegida. El Plan Maestro de cada área



definirá la extensión que corresponda a su Zona de Amortiguamiento. Las actividades que se realicen en las Zonas de Amortiguamiento no deben poner en riesgo el cumplimiento de los fines del área natural protegida. En las figuras 4.5.3.a. y 4.5.3.b. se observa las limitaciones de la zona de amortiguamiento de los Pantanos de Villa, que se presentan en el anexo.

4.6. Teorías generales relacionadas con el tema.-

4.6.1. Tratamientos Físicos – Químicos.- Bajo la denominación de tratamientos físico-químicos de las aguas residuales industriales se engloban una serie de procesos primarios y terciarios que suelen aplicar frecuentemente en las industrias. En la tabla 4.6.1. "Componentes de un agua residual industrial que pueden ser eliminados por tratamiento físico – químico", que se presenta en el anexo, se recoge una muestra de los posibles componentes.

4.6.2. Tratamientos Primarios.- El que está constituido por las siguientes operaciones.-

4.6.2.1. Homogeneización de efluentes.- con el mezclado y homogeneización de los distintos efluentes generados en el proceso productivo se logra disminuir las fluctuaciones de caudal de los diferentes vertidos, consiguiendo una única corriente de caudal y concentración más constante. Se suele realizar en tanques agitados. Ver en apéndices la figura 4.6.2.1.

4.6.2.2. Cribado.- al igual que en el caso de las aguas residuales urbanas, esta etapa sirve para eliminar los sólidos de gran tamaño presentes en el agua residual. Se suele realizar mediante rejillas, con aberturas entre 5-90mm. Ver en anexo figura 4.6.2.2.

4.6.2.3. Neutralización.- la neutralización (tratamiento ácido - base del agua residual) puede utilizarse para los siguientes fines.

- o Neutralizar, en general, vertidos ácidos o básicos al pH adecuado para el tratamiento posterior al que vaya a ser sometido dicho vertido.
- o Ajuste del pH entre 6.5 - 8.5, antes del tratamiento biológico, con el fin de lograr una actividad biológica óptima.



- o Ajuste del pH del efluente final antes de la descarga al medio receptor, para conseguir valores del mismo entre 5.5 – 9.
- o Los metales pesados se precipitan normalmente en forma de hidróxidos, utilizando cal hasta alcanzar el pH óptimo de precipitación (6 – 11), en función de los metales presentes.

Del tanque de neutralización (donde se ajusta el pH concreto), el agua residual pasa a un decantador o clarificador; en el que los hidróxidos metálicos sedimentan (para acelerar la sedimentación se suele añadir un agente floculante). Los lodos obtenidos se deshidratan, generalmente mediante filtros prensa, y se llevan a un depósito de seguridad, en caso de no realizarse una recuperación del metal.

4.6.2.4. Coagulación – Floculación.- para eliminar sólidos en suspensión y materia coloidal. La coagulación, como ya se vio anteriormente, implica la desestabilización de las partículas coloidales por neutralización de su carga eléctrica, y la floculación la agrupación de dichas partículas en agregados de mayor tamaño, flóculos, los cuales sedimentan por gravedad. Para favorecer la formación de flóculos más voluminosos y su sedimentación, se suelen utilizar determinados productos químicos (floculantes), generalmente de naturaleza polimérica, que establecen puentes de unión entre los flóculos inicialmente formados.

4.6.2.5. Separación de fases.- los métodos de separación de sustancias y especies no disueltas en el agua residual son, en general, los mismos que se estudian para la potabilización de aguas y depuración de aguas residuales urbanas, es decir: desarenado y desengrasado, decantación, flotación y filtración. Aunque el fundamento de los procesos es semejante a los ya vistos, cabe resaltar la necesidad de desarrollar, para cualquiera de estas operaciones, un diseño específico adecuado a industrias concretas, los dos tipos de separación son: Separación sólido-líquido y Separación líquido-líquido

En anexo la tabla N° 4.6.2.5. "Tratamiento primarios empleados para aguas residuales industriales", que se muestra en el anexo, se resumen los tratamientos primarios comentados.

4.7. Normas Legales.- El rehusó de aguas deberá garantizar el nivel adecuado de tratamiento en función al uso específico, a fin de no generar riesgos en la salud de la población que tenga contacto con las zonas irrigadas con el agua residual tratada. Para determinar el sistema de tratamiento de aguas residuales para fines de aprovechamiento se debe plantear la calidad del tipo del efluente que se requiere de acuerdo:

4.7.1. Constitución Política del Perú (29 Diciembre de 1993).- La constitución en su Capítulo II del Ambiente y los Recursos Naturales, señala:

Art. 2°.- Toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Art. 66°.- Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonios de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento.

Art. 67° El estado determina la política nacional del ambiente.

4.7.2. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente (13 de Octubre del 2005).-

Art. 1°.- La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

Art. 5°.- La gestión del ambiente y de sus componentes, así como el ejercicio y la protección de los derechos que establece la presente ley, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como



en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

4.7.3. D.L. N° 1055, Decreto Legislativo que modifica la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.-

Art. 1°.- Modifíquense los artículos 32°, 42°, 43° y 51° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en los siguientes términos:

Art. 32°.- Del Límite Máximo Permisible, El Límite Máximo Permisible – LMP, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio.

4.7.4. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias (7 de junio 2017).- Disposición Complementaria Derogatoria.

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Derogase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. El Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. Ver en Anexo.

4.7.5. R.M. N° 026-ITINCI/DM Protocolo de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas (23 de febrero 2000).- La respectiva resolución ministerial contiene las pautas necesarias para la ejecución del monitoreo, procesamiento de los datos y elaboración de informes de monitoreo ambiental.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Materiales.- Los materiales que se han utilizados han dependido del tipo de trabajo.

5.1.1. Trabajo de Gabinete.- Para el estudio realizado se utilizó:

- Una computadora Pentium Intel CORE i7, con Software Microsoft Office, Autocad 20016.
- Impresora Epson STYLUS L220
- Cámara Digital Nikon COOLPIX L820, FullHD, 16.0 Megapixels CMOS.
- Material y útiles de oficina.
- Material Bibliográfico, Libros, trabajos realizados, revistas, normas de calidad etc.

5.1.2. Trabajo de Campo.- Este se dividió en dos tipos de Actividades, las referidas a las Actividades de Pre-Muestreo, Actividades de Muestreo y otras de Post-muestreo, como a continuación lo detallamos:

5.1.2.1. Actividades de Pre-Muestreo.- Constituidas por las siguientes:

a. Equipos e Instrumentos.- Los equipos e instrumentos de medición in situ cumplieron con las normas establecidas en el protocolo de monitoreo, el cual establece que estos deben encontrarse limpios y calibrados antes de ir a campo y quedar en las mismas condiciones al final del trabajo. Equipos: Multi – parámetro: (Temp. °C, pH, STD y CE), Turbidímetro, y Cooler con refrigerante para muestras.

b. Tipos de recipientes de Muestreo.- Este material estuvo conformado de envases utilizados para la toma de muestra y su posterior análisis fueron proporcionados por el laboratorio acreditado, estos envases fueron previamente esterilizados, sellados y etiquetados por el laboratorio en mención. Para la

realización del programa de monitoreo se utilizarán los siguientes envases:

- 12 unidades de botellas de polietileno de 1,000 mL
- 12 botellas de vidrio color ámbar de 1,000 mL
- 12 frascos esmerilado Wykler de 300 mL
- 12 frascos de polietileno de 250 ml

c. Volumen de Muestra.- Involucra el volumen para necesario para efectuar las pruebas de jarras (50 a 80 litros por cada corrida cada semana) y la muestra luego de concluida las pruebas de jarras y obtenido la dosis optima de los reactivos, se repitieron las pruebas con la finalidad de obtener el volumen de 04 litros para los análisis del efluente tratado, de ahí se escogieron 1L para el cuantificar la DBO₅, 1L para cuantificar la DQO, ½ L para Aceites y Grasas y 250 mL para Coliforme Totales, tanto de la muestra sin tratamiento (muestra cruda), como las tratadas en las pruebas de jarras, todas las pruebas de jarras se realizaron en el mismo camal.

d. Preservante Químico y Solución de Calibración.- Al llevarse a cabo un programa de monitoreo, en el cual se tiene que tomar muestras para ser transportadas al laboratorio, fue necesario que se conserven adecuadamente a fin de mantener las condiciones físicas, químicas y biológicas del efluente, garantizando de este modo la veracidad de los resultados, por lo cual en algunos envases fue necesario agregarle un producto químico como preservante y conservarlo en un ambiente frío (Cooler).

Para el caso de los equipos de medición in situ estos debieron estar previamente calibrados antes de realizar las mediciones.

e. Tiempo Máximo de Almacenamiento.- El análisis inmediato constituye la mejor forma de reducir el margen de error, por ello se establece que durante el muestreo se tiene que preservar y acondicionar a temperaturas menores de 4 °C (refrigerar en el cooler) para ser llevados posteriormente al laboratorio acreditado contratado para este servicio. Ver en



Anexo la Tabla 5.1.2. "Criterios para Recolección, Preservación y Almacenamiento" para cada parámetro seleccionado para el presente estudio.

f. Materiales de Apoyo para el Muestreo.- Para realizar la toma de muestras y las mediciones de parámetros in situ se contó además con los siguientes materiales:

- 2 Vasos precipitado (Backer) de 500 mL
- 1 Vaso precipitado (Backer) de 200 mL
- 1 Probeta de plástico transparente de 50 mL
- 02 Cilindro PVC de 25 Litros
- 1 Embudo pequeño
- 1 Balde de plástico de 5 Litros
- 5 Botellas de polietileno plásticas de 1,000 mL

g. Equipo de Seguridad para el Muestreo.- Para realizar la toma de muestra y los análisis en el laboratorio se contó además con los implementos de seguridad, para evitar tener contacto directo con la muestra y los productos químicos, entre ellos tenemos:

- 02 mandiles o guardapolvo blanco
- 02 pares de lentes de laboratorio
- 02 mascarillas de doble filtro
- 12 mascarillas desechables
- Una caja de 500 unidades de guantes quirúrgicos desechables

5.1.2.2. Actividades de Muestreo y Recolección de la Muestra.-

a. Toma de Muestra.- Las muestras para el análisis fueron tomadas durante el horario establecido y secuencias establecida, tanto para los parámetros que requerían ser analizados en el laboratorio acreditado con una secuencia semanal y los parámetros a ser analizados in situ se

recolectaron en los recipientes adecuados de material y volumen.

b. Rotulado de las Muestras.- Los recipientes de las muestras fueron rotulados correctamente registrando en las etiquetas la siguiente información antes de ser enviada al laboratorio para su análisis respectivo: Formato de Inspectorate Services Perú S.A.C. (FORMA-22/POMA10)

N° Cadena de Custodia:

Estación de Muestreo:

Tipo de Muestra:

Fecha: Hora:

Parámetros:

Inspector de Campo:

Muestreado Por:

Cliente:

Inspectorate:

c. Conservación y Preservación de la Muestra.- La conservación y preservación de las muestras se efectuaron de acuerdo a lo indicado en la Tabla 5.1.2. "Criterios para Recolección, Preservación y Almacenamiento", que se muestra en el anexo, donde los envases se preservaron de acuerdo al tipo de análisis que le corresponde, asimismo dichas muestras se refrigeraron a 4°C.

d. Transporte y Almacenamiento.- Para el transporte de los envases se utilizaron cajas térmicas aislantes (Cooler), que ayudaron a la preservación de las muestras hasta llegar al laboratorio.

e. Precauciones durante el Muestreo.- Cuando se prepararon los preservantes y durante el manejo de las muestras, se tuvo cuidado con el manejo de los reactivos HNO₃, H₂SO₄ y HCl.

f. Mediciones in Situ.- Estas mediciones se realizaron en el momento que se tomaron las muestras.

5.1.2.3. Actividades Post-muestreo.-

a. Calibración de Equipos.- El autor y personal a cargo de los análisis verificamos que los equipos tengan la calibración establecida.

b. Análisis Químicos.- En los métodos de análisis que se seleccionó para la caracterización de los efluentes se consideró: límites de sensibilidad, detección y selectividad en los análisis; requisitos de exactitud y precisión, la desviación estándar (DS); y el coeficiente de variación. De acuerdo a lo establecido por el fabricante de los equipos.

c. Garantía de Calidad.- Los análisis de campo y los a cargo del servicio externo (Inspectorate Services Perú S.A.C.) han de ser reconocidos por la confiabilidad de sus resultados.

5.2. Tipo de Investigación.- Definir el tipo de investigación propiamente dicha no es muy fácil dado que, como lo define (C. Santos F. 2013) "Existen muy diversos tratados sobre las tipologías de la investigación, las controversias para aceptar las diferentes tipologías sugieren situaciones confusas en estilos, formas, enfoques y modalidades. En rigor, y desde un punto de vista semántico, los tipos son sistemas definidos para obtener el conocimiento. Algunos autores establecen diversas tipologías, una síntesis de los tipos mostrados por diferentes autores se presentan, con la intención de sistematizar y especificar el tipo de nuestro trabajo de Investigación" (P 29 – 30), en la que según cada definiciones podríamos definir las:

Según las variables:

Experimental.

Cuasi experimental.

Simple y compleja.

Según la fuente de información:

Investigación documental.

Investigación de Campo.

Según la extensión del estudio:

Investigación censal.

Investigación de caso.

Encuesta

Según el nivel de medición y análisis de la información:

Investigación cuantitativa.
Investigación cualitativa.
Investigación cuali-cuantitativa.
Investigación descriptiva.
Investigación explicativa.

Según las técnicas de obtención de datos:

Investigación de alta y baja
estructuración. Investigación
participante.
Investigación participativa.
Investigación proyectiva.
Investigación de alta o baja
interferencia.

Según su ubicación temporal:

Investigación histórica.
**Investigación longitudinal o
transversal**
Investigación dinámica o estática.

Según el objeto de estudio:

Investigación pura.
Investigación aplicada.

La primera definición (M. Baca N. 2012), "de nuestro trabajo de investigación realizado fue del tipo experimental, tipología que se deduce a partir de las variables en la que la variable independiente incidirá sobre la variable dependiente (manipulada), la que fuera medida a través de sus indicadores, para ello se sometieron la muestra problema (el efluente industrial) a las Pruebas de Jarras bajo el protocolo de Pruebas de Jarras (PJ), en la que la variable independiente hipotéticamente será una de las causas que genero el supuesto cambio en las variables dependientes en este caso sobre el efluente industrial, lo que se evidenció al evaluar los valores de sus

indicadores durante todas las observaciones realizadas. Las otras tipologías pueden definirse en forma sistematizadas de acuerdo a la clasificación que se muestra, y cuyas tipologías las hemos resaltado en negritas". (P. 59)

El método experimental ha sido uno de los que más resultados han dado. Aplica la observación de fenómenos, que en un primer momento es sensorial. Con el pensamiento abstracto se elaboran las hipótesis y se diseña el experimento, con el fin de reproducir el objeto de estudio, controlando el fenómeno para probar la validez de las hipótesis (Arnal, J. del Rincón, D. y La Torre, A. 2003).

La esencia de la concepción de experimento es que éste involucra la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles efectos. Se refiere a la manipulación deliberada de una ó más variables independientes para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una ó más variables dependientes, dentro de una situación de control para el investigador (Babbie ER. 1979).

5.3. Diseño de la Investigación.- el diseño se planteó por etapas de modo que nos permitiera demostrar la hipótesis planteada, además de cubrir los objetivos específicos fijados:

- Identificar, el caudal y las características de los efluentes industriales generados en la planta de beneficio de reses previos a su tratamiento.
- Simular a través de Pruebas de Jarras (PJ) a nivel de laboratorio el tratamiento físico químico
- Identificar, las características de los efluentes tratados que permita su reutilización.
- Identificar los parámetros hidráulicos que permitan el diseño del sistema de tratamiento físico químico.

En síntesis nuestra investigación del Tipo Experimental dentro de esta tipología que para algunos autores como el caso de Cambell y Stanley (1966), quienes dividen los diseños experimentales en tres clases:

- a) preexperimentos,
- b) experimentos "puros", y

c) cuasi experimentos.

Teniendo como referencia esta clasificación, nuestro trabajo de investigación se encuadra dentro del diseño preexperimental, con preprueba – posprueba, el mismo se efectuó con el uso del equipo de PJ, en la que a un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo (tratamiento experimental), después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo, según el esquema siguiente:

G O₁ X O₂

En este diseño conocimos un punto de referencia inicial (O₁) para ver el nivel que tenía el grupo (G) en la variable dependiente ante del estímulo o tratamiento (X) y posteriormente que nivel (O₂) alcanza luego del tratamiento.

5.4. Estrategia de prueba de hipótesis.- Para demostrar y comprobar la hipótesis anteriormente formulada, hubo la necesidad de operacionalizarla a través de sus variables y de los indicadores de cada una de ella, es así que a través de la relación causa – efecto, sometidas las muestras de efluentes a las PJ bajo el protocolo respectivo, se evaluó la **Variable Dependiente: Y = Calidad del efluente para su disposición final**, para el cual se establecieron sus **Indicadores:**

• Valores de los Estándares de Calidad Ambiental:

Turbiedad, (NTU)	Y ₁
pH, (pH)	Y ₂
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	Y ₃
Demanda Química de Oxígeno, (DQO)	Y ₄
Aceites y Grasas, (A y G)	Y ₅

Prueba de Jarras (P.J).- Este test se realiza en un aparato denominado floculador que consiste en un montaje de seis o cuatro



vasos de precipitado con sus respectivos sistemas de agitación de velocidad regulable, ver en apéndice la Figura 5.4. "Equipo de Pruebas de Jarras"

Este aparato contiene seis agitadores para homogeneizar lo más posible el contenido de los seis vasos de precipitados en los que se varían las condiciones de operación analizándose luego los resultados en cada caso, para concluir cuales son los parámetros óptimos de depuración.

Mediante una agitación rápida se dispersa el coagulante en cada uno de los vasos, después se reduce la agitación para promover la floculación ya que aumenta las probabilidades de colisiones entre partículas dando lugar así a mayores tamaños de flóculo. Por último se cesa la agitación para que la disolución permanezca en reposo y estos flóculos sedimenten.

Midiendo la turbiedad del líquido sobrenadante y comparando con la inicial concluimos que condiciones son las óptimas para la eliminación del parámetro que se requiere remover.

El protocolo de las Pruebas de Jarras al que se sometieron las muestras de los efluentes industriales simulando el Tratamiento Físico - Químico de Neutralización, Coagulación - Floculación y Decantación, (**Variable Independiente: X**), bajo los siguientes indicadores:

Volumen de ensayo, (V)	X₁ = 1 Litro
Dosis de optima de neutralizante, (D _P)	X₂ = Dosis
Tiempo de Mezcla, (T _M)	X₃ = Un minuto
Tiempo de Floculación, (T _F)	X₄ = 15 minutos
Tiempo de sedimentación, (T _S)	X₅ = 15 minutos
Gradiente de Mezcla, (G)	X₆ = 100 Seg⁻¹
Gradiente de Floculación, (G)	X₇ = 15 minutos

5.5. Variables.- Como lo hemos indicado anteriormente las variables planteadas en nuestra hipótesis son dos:

5.5.1. Variable Independiente.- "Tratamiento físico químico", el tratamiento combina en desde la captación, aireación y finalmente la coagulación, floculación y sedimentación.



5.5.2. Variable Dependiente.- “Efluentes tratado con la calidad que cumpla con los ECAs que permitan su reúso como agua de riego o su disposición final”, Concentración o grado de elemento, sustancia o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o emisión tratada que permita su Clasificación.

Debido a que la investigación es netamente experimental, en ese sentido existe una relación del tipo Causa – Efecto, por lo que las variables están íntimamente relacionadas, según la relación: $Y = f(X)$, ó (Variable Independiente “X” → Variable Dependiente “Y”), dado que durante el experimento la variable independiente afectara a la variable dependiente como lo indicamos anteriormente.

5.6. Población.- La Población o Universo (N) del presente trabajo de investigación, son los todos los efluentes industriales generados en el propio Camal Frigorífico FRISANA S.A.C. ubicado en el área de amortiguamiento de los Pantanos de Villa en Chorrillos.

La estimación del volumen del desagüe industrial asciende a 140 m³/día de faena aproximadamente.

Se excluyen en el presente trabajo los provenientes de los servicios higiénicos que son del tipo domésticos.

5.7. Muestra.- Toma de muestra, mediciones en situ y su frecuencia.- La recolección y manipulación de muestras fue una de las etapas más importantes en el monitoreo, porque permitió garantizar resultados satisfactorios de los análisis correspondientes tales como: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Aceite y Grasa, estas muestras fueron las necesaria para cada corrida de las pruebas de jarras, en volúmenes cercanos a 50 litros por vez por semana para un total de 7 semanas de trabajo, estas se recolectaron al nivel de dos puntos de muestreo, proveniente de la zona de duchas y a la salida del tanque de mezcla.

5.8. Técnicas de Investigación.- Las Técnicas e Instrumentos de recolección de datos que hubo que aplicar para nuestro trabajo de

investigación, son específicas para cada momento de la propia investigación:

- Primero en su etapa de caracterización de los efluentes del tipo industrial, generados en la planta de beneficio de reses o camal en su aspecto de cantidad (caudal o aforo) y de calidad (es decir químicas, físico químicas y biológicas).
- Segundo en su etapa experimental los efluentes industriales son tratados a través del sistema de pruebas de jarras que permitió demostrar la hipótesis planteada, es decir recolectar datos que se generan durante la manipulación de la variable dependiente.

Para caracterizar los efluentes, se desarrolló un programa de muestreo de mediciones y análisis basado en el Protocolo de Monitoreo de Efluentes Líquidos Emisiones Atmosféricas, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI/DM del 28 de Febrero del 2000. Este programa de monitoreo consideró:

Objetivos.- El objetivo principal del monitoreo de los efluentes líquidos es la obtención de información adecuada sobre la composición de los efluentes y la cantidad relativa o tasa de la materia que se emite en la disposición final. Específicamente caracterizar los efluentes y determinar los caudales, identificando los puntos de descargas.

Parámetros a medir.- Los parámetros a medir dentro del programa de monitoreo dependieron de los objetivos, para lo cual se seleccionaron los indicadores más importantes, como: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Grasas y Aceites (GyA), Turbiedad y pH. Estos para el caso de los análisis semanales y realizados por laboratorio acreditado luego de realizar las PJ.

Selección de los puntos de muestreo.- La selección de muestreo se ubicaron en dos puntos importantes al ingreso del sistema de tratamiento y a la salida del sistema de tratamiento.

5.8.1. Instrumentos de recolección de datos.- Para el desarrollo del presente trabajo se ha utilizado información muy diversa, tanto

de trabajos realizados por tercero como se muestra en los antecedentes, revisando algunos abundante Bibliografía, siendo este tipo de información de carácter Documental, con respecto a la información del tipo observaciones de campo o para los análisis de cada uno de los valores de los indicadores de cada variable, es decir durante el muestreo de campo realizados en el propio camal como se ha explicado, se realizó el procedimiento de toma de muestra, almacenamiento (dependiendo del parámetro sujeto al análisis), conservación, etiquetado, embalaje y transporte.

5.8.2. Procesamiento y análisis de datos.- La información resultante del programa de monitoreo de los efluentes del camal antes y después del tratamiento en las Pruebas de Jarras, en que se sometieron los efluentes provenientes de Duchas o Callejón de lavado de reses y el proveniente de sala de matanzas y menudencias, para cada una de las pruebas se anotaron sus resultados de acuerdo al protocolo de la prueba de jarras y se confeccionaron las tablas correspondientes, de manera que el procesamiento de la información resultara lo más sencillo posible y quede disponible para las exigencias de la presente investigación y poder determinar a la raíz de los resultados la capacidad remocional, que permita posteriormente en la etapa de Contrastación de Hipótesis el análisis de datos cuantitativos de cada uno de los indicadores de la Variable Dependiente: Y (Calidad de los efluentes domésticos tratados para su reutilización), de modo que al demostrar la Hipótesis:

“El tratamiento físico químico de los efluentes generados en una planta de beneficio de reses permitirá obtener un efluente tratado con la calidad que cumpla con los ECAs que permitan su reúso como agua de riego o su disposición final”

Se pueda aseverar, que luego del tratamiento de los efluentes a través de la Variable Independiente: X (Tratamiento físico químico), los valores de los indicadores del efluente tratado sean iguales o inferiores a los ECA del agua de Categoría III: 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. Además que estos se encuentren cercanos a ellos, los que se muestran en el Anexo Tabla 4.7.4. "Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM" que contiene la tabla CATEGORIA 3 específicamente de la Variable Dependiente.



VI. RESULTADOS

6.1. Estimación de caudal generado de efluentes.- Previo a las pruebas de caracterización de los efluentes se realizó el aforo de los mismos, obteniéndose un volumen de consumo de agua de 134.17 M^3 por el total de la faena de 08 horas habiéndose sacrificado un total de 93 reses, lo que equivale a $1.442 \text{ M}^3/\text{res}$.

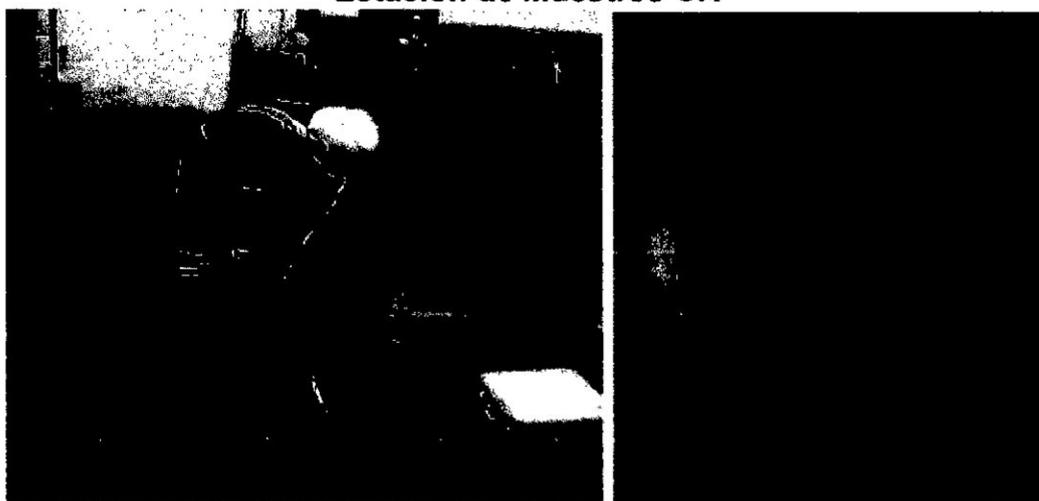
Cabe precisar que de los efluentes generados en el camal provienen de distintas zonas de trabajo tales como las Zona de Duchas, Zona Faena, Zona Sucia, Zona de Menudencia y Zona de Orejo), ver en anexo la Figura 6 "Plano del Camal Frigorífico Frisana SAC", en la que como se indicó se registraron, 134.2 M^3 es decir $134,174.74$ Litros, excluyendo a las zonas de duchas (40.0 M^3) se tendría un volumen ascendente a $94,809.74$ Litros (95 M^3), es decir de 1020 Litros/res, de modo que el caudal de tratamiento del sistema de tratamiento se estimaría para un periodo de 48 horas, en $1,975.20$ Litros/hr (0.55 L/seg.), mientras el caudal para las duchas para el mismo periodo de tiempo sería de 833.33 L/hr (0.23 L/seg.), ver figuras N° 6.1.a y N° 6.1.b.

Figura N° 6.1.a
Zona de Duchas



Fuente: Autoría Propia

Figura N° 6.1.b
Estación de Muestreo CR



Fuente: Autoría Propia

6.2. Características de los Efluentes previos al tratamiento.- Para la determinación de los parámetros de calidad del efluente se realizó un muestreo aleatorio compuesto, tomándose un tamaño de muestra correspondiente a 50 litros de muestra de cada uno de punto de descarga existente, es decir para los efluentes provenientes de la Zona de Duchas, denominada ZD y la Estación de Muestreo denominada CR, las cuales arrojaron los siguiente resultados de calidad cuyos valores se muestran en las tabla siguiente:

Tabla 6.2.a
Características del Efluente de Zona de Duchas ZD

Parámetro	Unidades	Valor	
		Medido	ECA - 3
DBO ₅	mg/L	105.0	15.0
DQO	mg/L	654.9	40.0
A y G	mg/L	36.8	5.0
Solidos Totales Suspendidos	mg/L	545.0	--
Nitrógeno Total	mg/L	19.08	--
Fosforo Total	mg/L	4.53	--
pH	unidades	7.5	6.5 – 8.5
Temperatura	°C	25.9	29
Coliformes Totales	NMP/100 mL	> 16 x 10 ⁴	1000

Fuente: Autoría propia

Tabla 6.2.b
Características del Efluente Homogenizado
(Estación de Muestreo CR)

Parametro	Unidades	Valor	
		Medido	ECA-3
DBO ₅	mg/L	3463.00	15.0
DQO	mg/L	3961.10	40.0
A y G	mg/L	1797.20	5.0
Solidos Totales Suspendidos	mg/L	1730.00	--
Nitrógeno Total	mg/L	2.96	--
Fosforo Total	mg/L	30.14	--
pH	unidades	7.11	6.5 – 8.5
Temperatura	°C	26.5	29
Coliformes Totales	NMP/100 mL	> 16 x 10 ⁴	1000

Fuente: Autoria propia

6.3. Tratamiento físico químico de los efluentes provenientes de la Zona de Duchas.- Luego de separar los materiales gruesos a través de sistemas de desbaste, se podría recolectar el efluente en una cisterna y tratar el efluente acumulado a caudal constante, durante un periodo de 48 horas, para ello se realizaron las siguientes pruebas donde se simula el tratamiento físico químico del efluente, de las pruebas realizadas a partir de muestra recolectada en la poza de donde se acumula este efluente se tiene el siguiente resultado:

6.3.1. Prueba de jarras con dosis de Cloruro Férrico, Polielectrolito Catiónico y Aniónico.-

Turbiedad de la Muestra sin tratamiento: 124 NTU pH: 7

Mezcla Rápida 150 RPM Tiempo: 1 Minuto

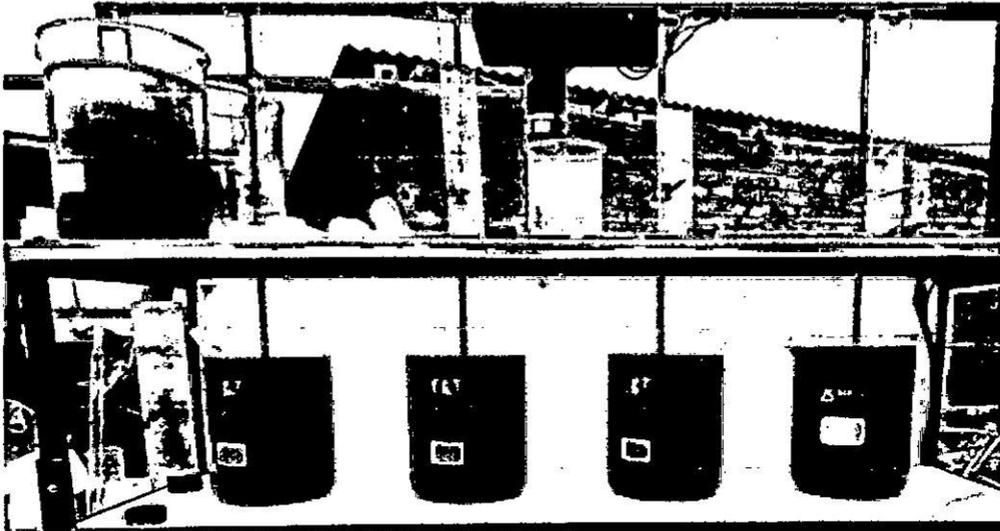
Mezcla Floculación 30 RPM Tiempo: 15 Minutos

Sedimentación Tiempo: 15 Minutos

Reactivos dosificados	Jarras			
	1	2	3	4
Cloruro Férrico en solución al 50% (mL)	1.0	1.0	1.0	1.0
Polielectrolito Catiónico - Cat Floc C, (ppm)	0.5	1.0	1.5	2.0
Polielectrolito Aniónico - CA 243, (ppm)	1.0	1.0	1.0	1.0
Turbiedad Residual (NTU)	3.8	3.7	2.9	6.9
pH	5.7	5.5	5.3	5.0

Fuente: Autoria propia

Figura 6.3.1.a



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista en que se aprecia el vaso en la parte superior del equipo de Jarras conteniendo la muestra cruda del efluente generado en las duchas, los otros cuatro vasos al concluir con la adición de la dosis de reactivo e iniciado la mezcla.

Figura 6.3.1.b



Fuente: Autoría Propia

Nota: Al transcurrir los 15 minutos de sedimentación, podemos observar aun la turbiedad que se mantiene en el vaso conteniendo la muestra cruda sin tratamiento del efluente de duchas.

6.3.2. Prueba de jarras reduciendo la dosis de Cloruro Férrico, se mantienen las de Polielectrolito Catiónico y Aniónico.-

Turbiedad de la Muestra sin tratamiento: 102 NTU; pH: 7

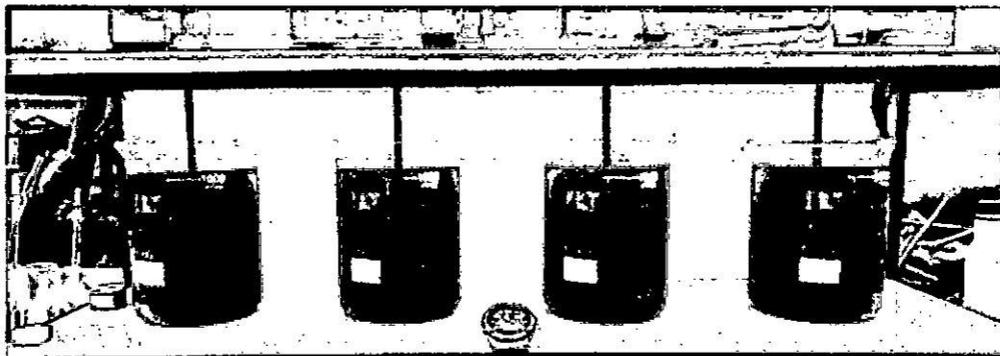
Mezcla Rápida 150 RPM Tiempo: 1 Minuto

Mezcla Floculación 30 RPM Tiempo: 15 Minutos

Sedimentación Tiempo: 15 Minutos

Reactivos dosificados	Jarras			
	1	2	3	4
Cloruro Férrico en solución al 50% (mL)	0.5	0.5	0.5	0.5
Polielectrolito Catiónico - Cat Floc C, (ppm)	0.5	1.0	1.5	2.0
Polielectrolito Aniónico - CA 243, (ppm)	1.0	1.0	1.0	1.0
Turbiedad Residual (NTU)	4.8	3.5	2.7	2.3
pH	4.8	4.7	5.2	5.4

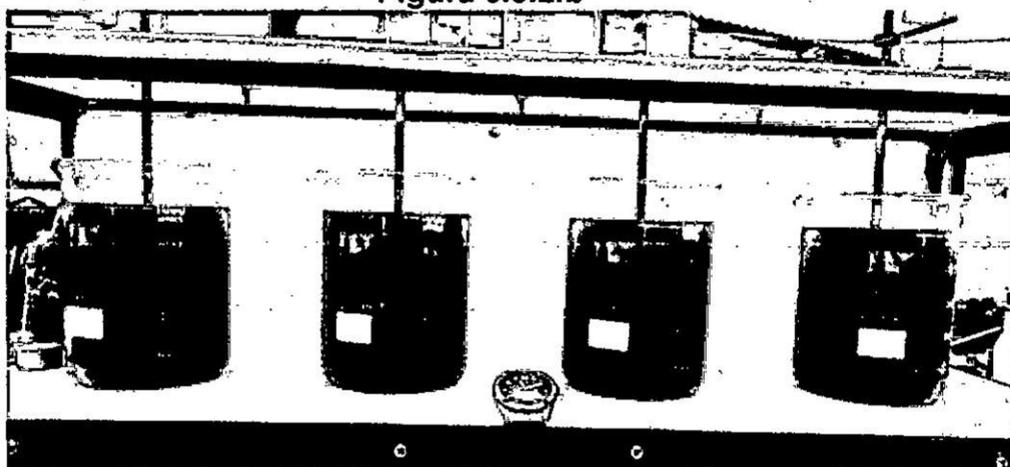
Figura 6.3.2.a



Fuente Autoría Propia

Nota: Vista durante la mezcla de floculación al haber transcurrido 5 minutos de agitación.

Figura 6.3.2.b

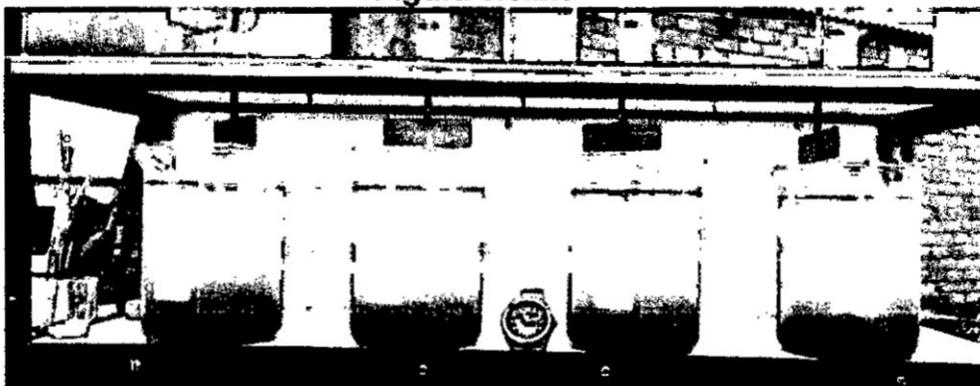


Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista instantes que concluye la agitación de floculación

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to be a name followed by a surname.

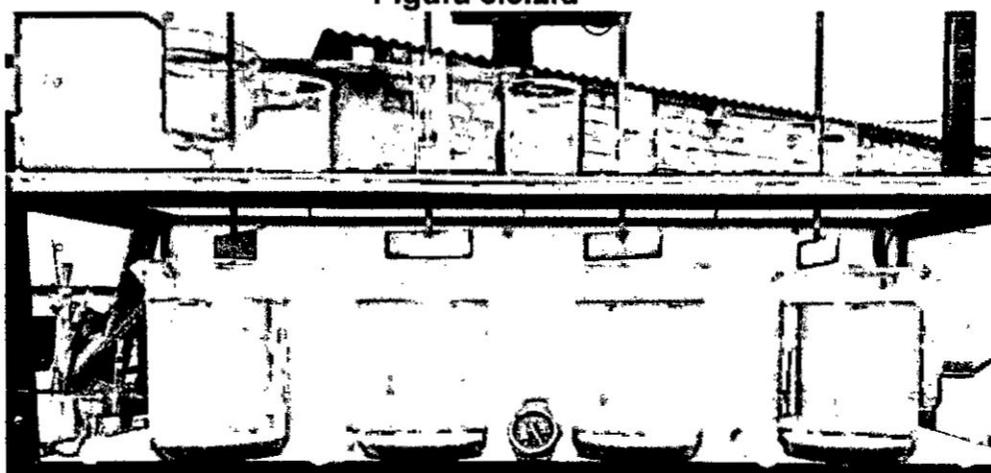
Figura 6.3.2.c



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista ha los dos minutos con 30 segundos de haber iniciado la sedimentación.

Figura 6.3.2.d



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista al haber concluido el periodo de sedimentación. (15 min).

6.3.3. Prueba de jarras con dosis de Alúmina, se mantienen las de Polielectrolito Catiónico y Aniónico.-

Turbiedad de la Muestra sin tratamiento: 102 NTU; pH: 7

Mezcla Rápida 150 RPM

Tiempo: 1 Minuto

Mezcla Floculación 30 RPM

Tiempo: 15 Minutos

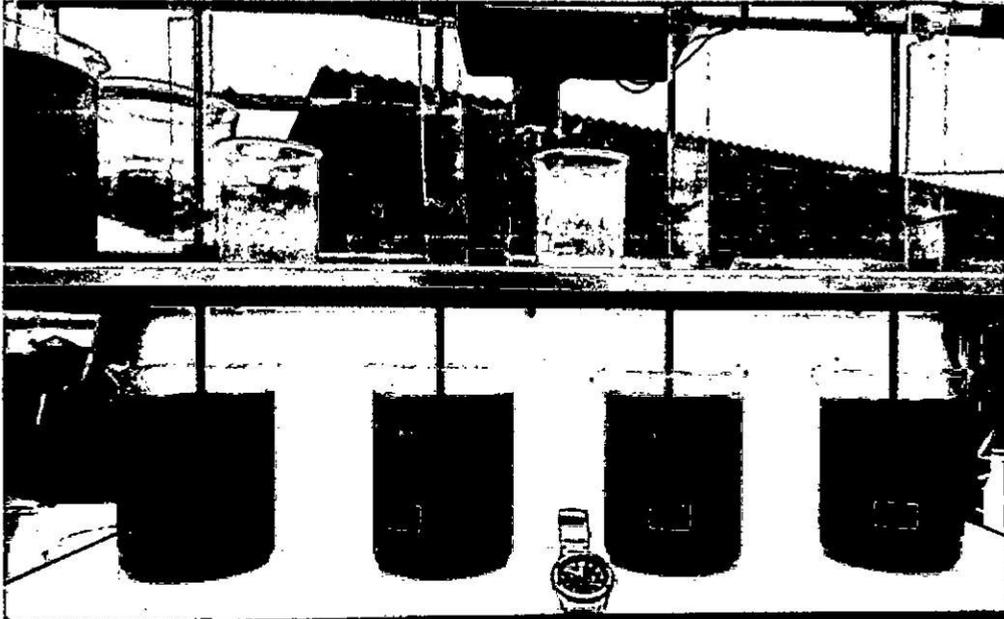
Sedimentación

Tiempo: 15 Minutos

Reactivos dosificados	Jarras			
	1	2	3	4
Alúmina en solución al 50% (mL)	0.5	0.5	0.5	0.5
Polielectrolito Catiónico - Cat Floc C, (ppm)	0.5	1.0	1.5	2.0
Polielectrolito Aniónico - CA 243, (ppm)	1.0	1.0	1.0	1.0
Turbiedad Residual (NTU)	4.9	2.1	4.7	2.1
pH	6.3	6.3	6.3	6.3

Fuente: Autoría Propia.

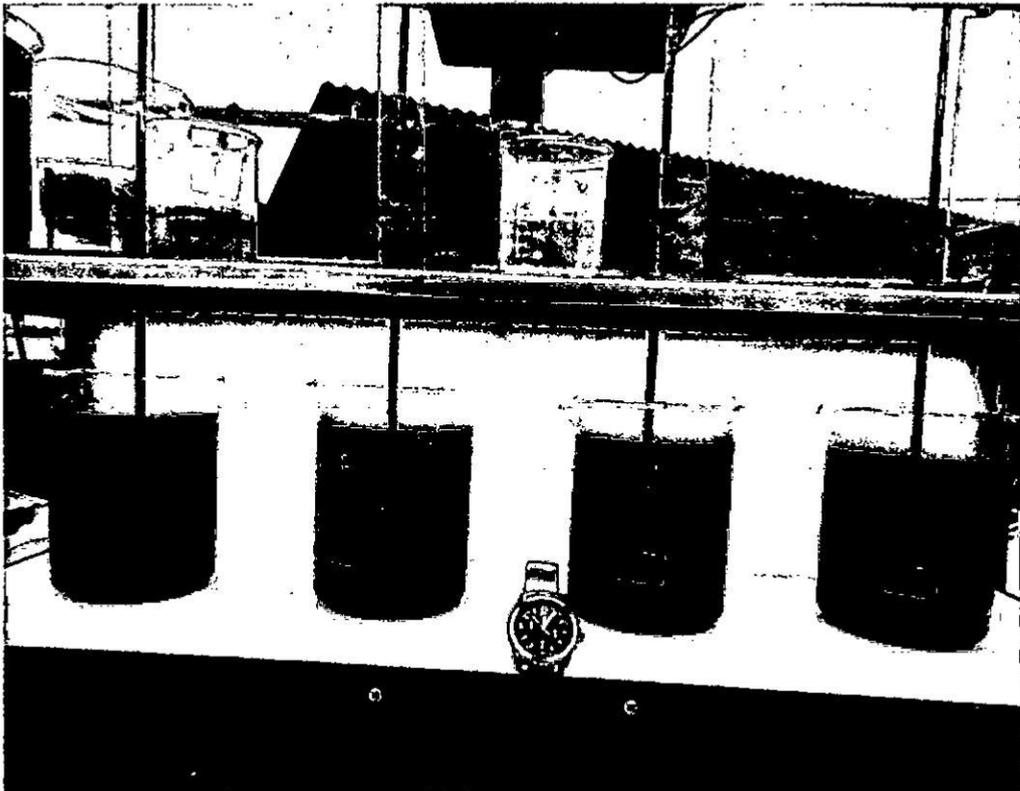
Figura 6.3.3.a



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista en momentos de haber concluido la aplicación de la dosis de reactivos e iniciado la floculación.

Figura 6.3.3.b

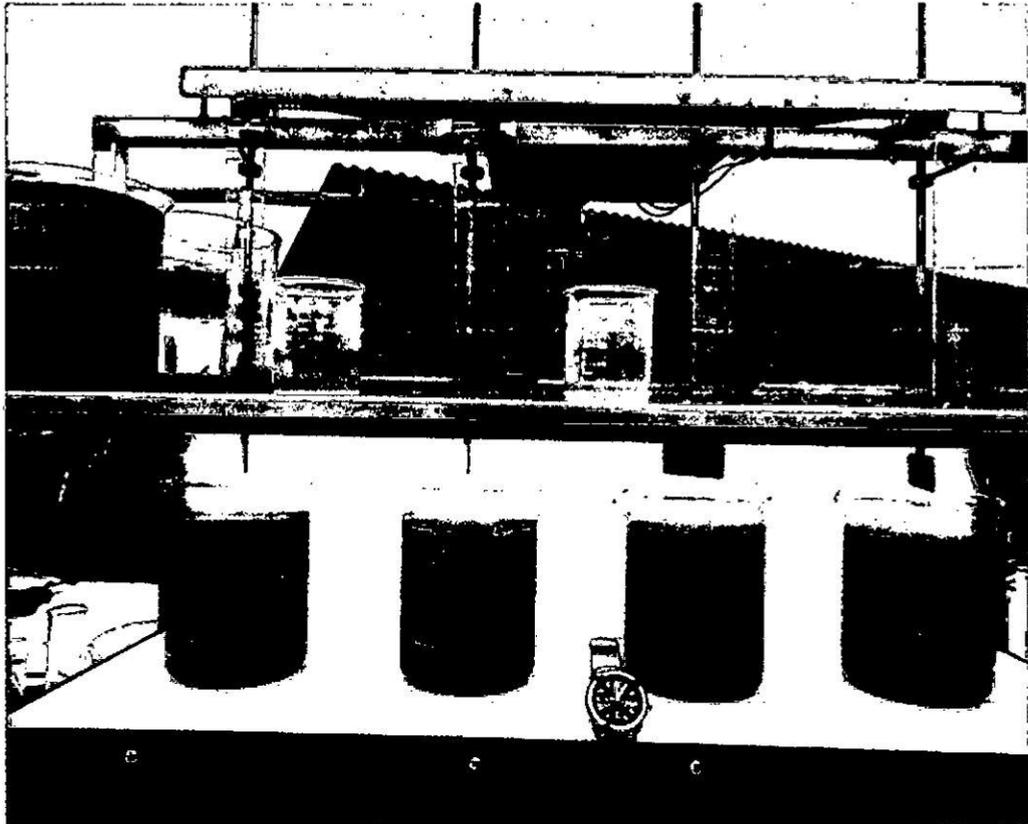


Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista al detener la agitación después de transcurrir los 15 minutos de floculación.

Handwritten signature

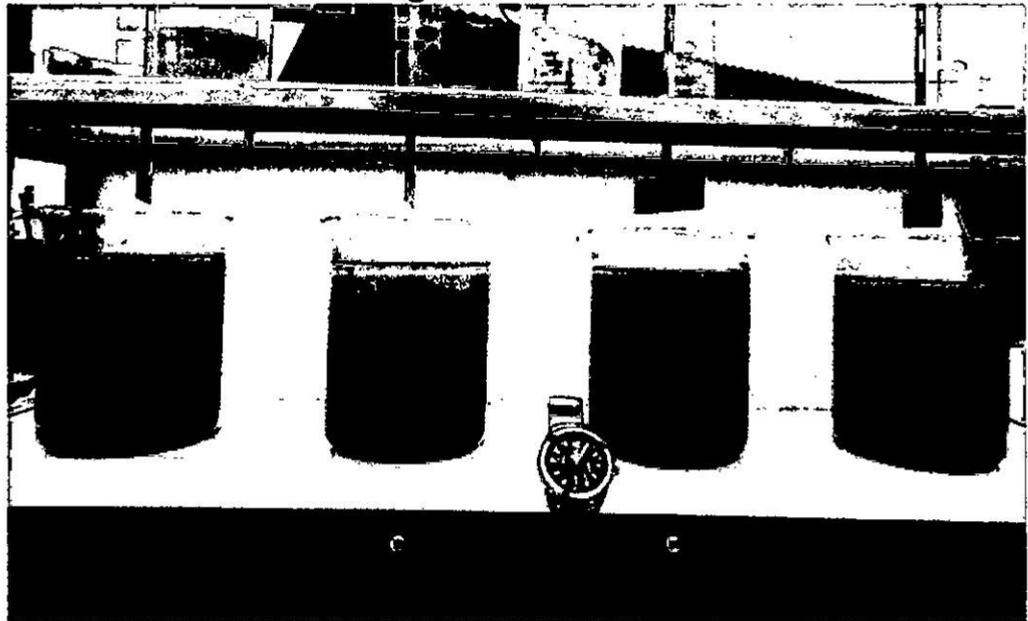
Figura 6.3.3.c



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista a los 30 segundos de haber detenido la agitación y haber levantado las paletas.

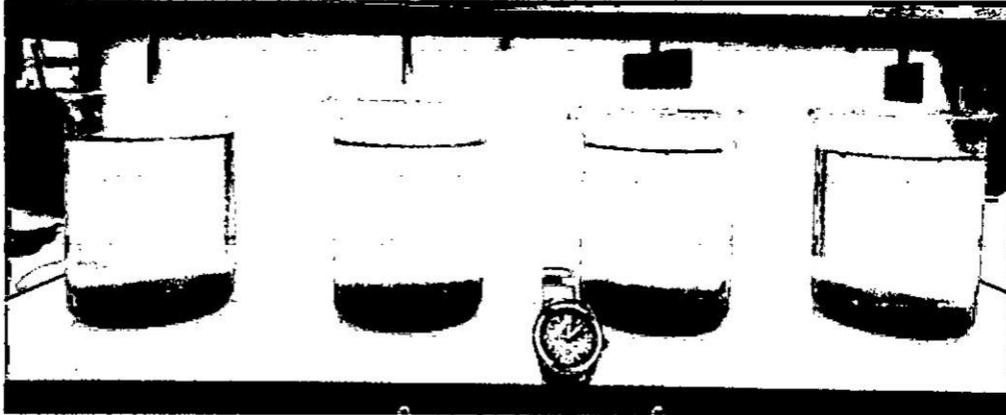
Figura 6.3.3.d



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista al minuto de iniciada la sedimentación.

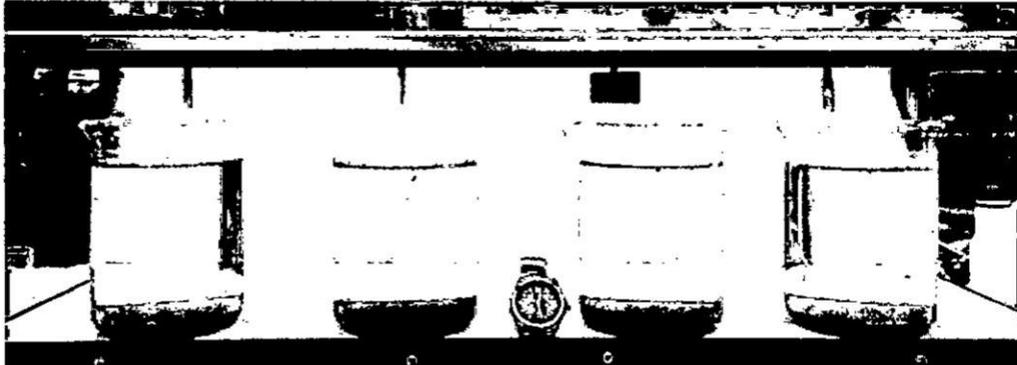
Figura 6.3.3.e



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista a los 3 minutos de iniciada la sedimentación.

Figura 6.3.3.e



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista a los 15 minutos de finalizada la sedimentación.

6.3.4. Prueba de jarra con la dosis optima seleccionada de Alúmina, Polielectrolito Catiónico y Aniónico, simulado el tratamiento.-

Turbiedad de la Muestra sin tratamiento: 262 NTU pH: 7

Mezcla Rápida 150 RPM,

Tiempo: 1 Minuto

Mezcla Floculación 30 RPM,

Tiempo: 15 Minutos

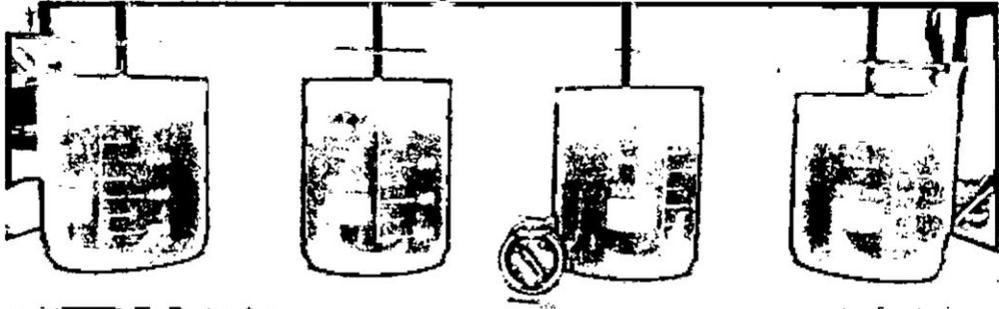
Sedimentación,

Tiempo: 15 Minutos

Reactivos dosificados	Jarras			
	1	2	3	4
Alúmina en solución al 50% (mL)	1.0	1.0	1.0	1.0
Polielectrolito Catiónico - Cat Floc C, (ppm)	1.0	1.0	1.0	1.0
Polielectrolito Aniónico - CA 243, (ppm)	1.0	1.0	1.0	1.0
Turbiedad Residual (NTU)	4.5	4.5	4.5	4.5
pH	6.0	6.0	6.0	6.0
Volumen de Lodos mL/L -Hr	200	200	200	200

Fuente: Autoría Propia

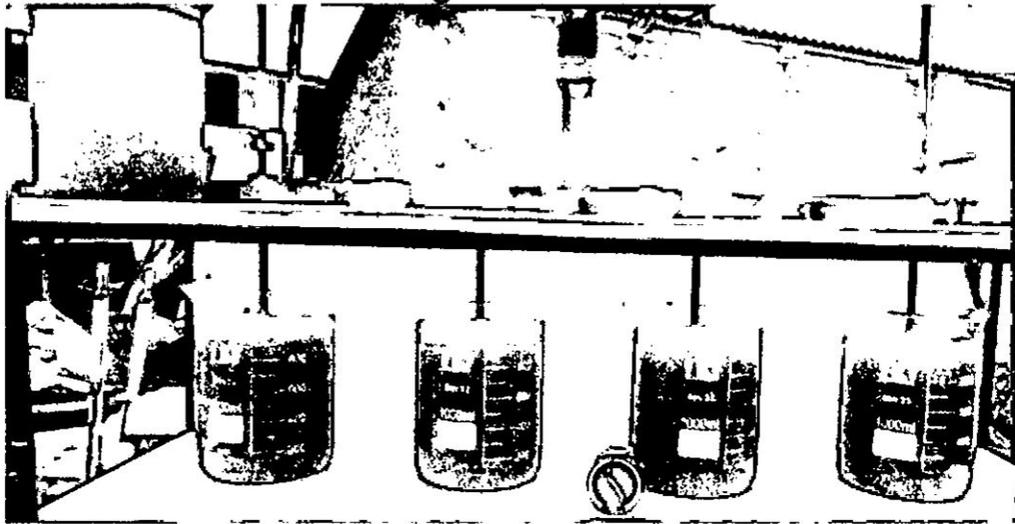
Figura 6.3.4.a



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista durante la mezcla rápida al inicio de la prueba, en el instante que se aplicaron las dosis de reactivos químicos.

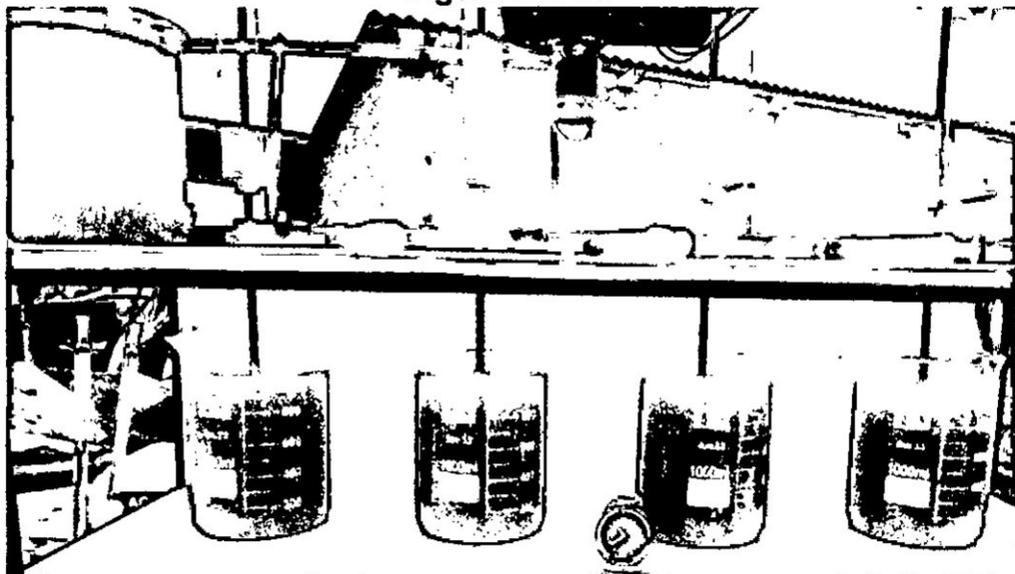
Figura 6.3.4.b



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista al término de la mezcla rápida, e inicio de la floculación.

Figura 6.3.4.c

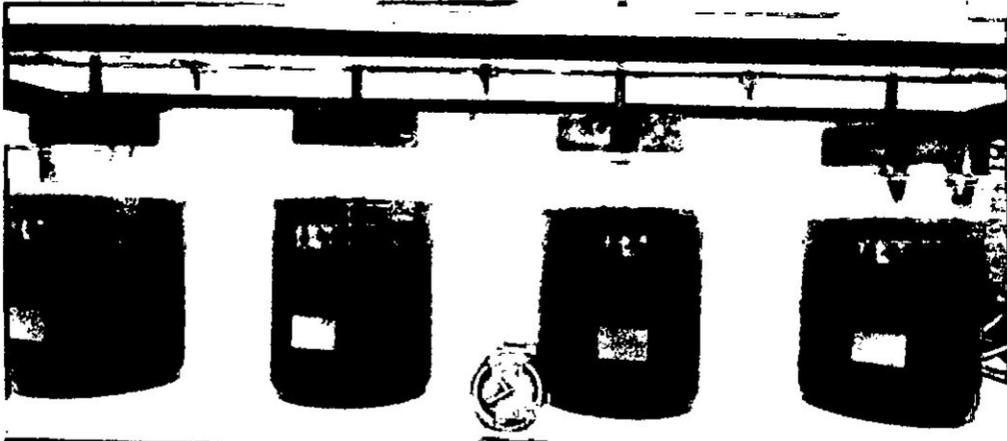


Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista al término de la floculación.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to be a name followed by a surname.

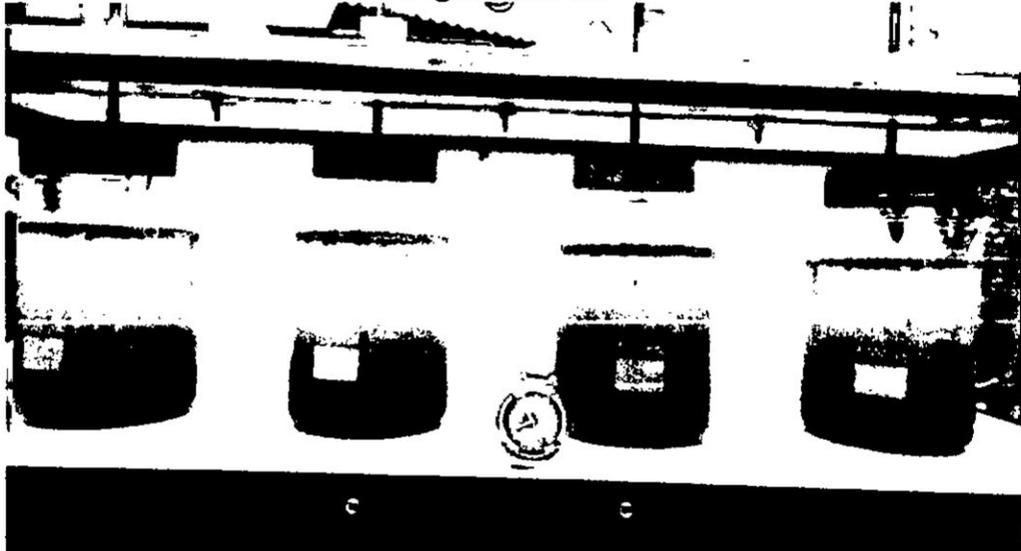
Figura 6.3.4.d



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista al inicio de la sedimentación, transcurrido un minuto.

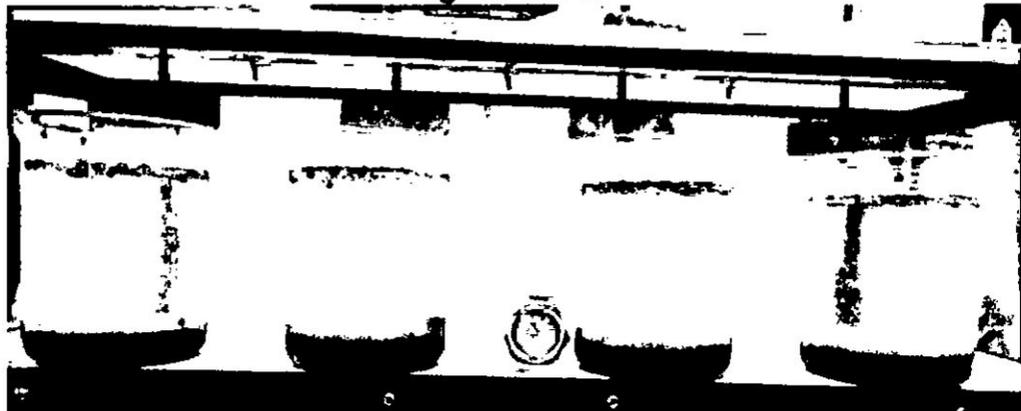
Figura 6.3.4.e



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista durante la sedimentación transcurrido 2 minutos.

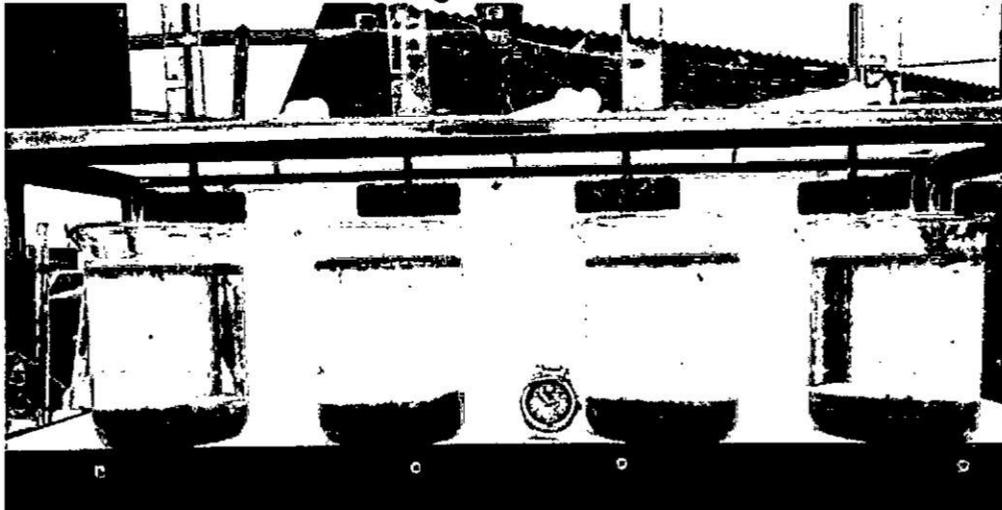
Figura 6.3.4.f



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista durante la Sedimentación transcurrido 7 minutos.

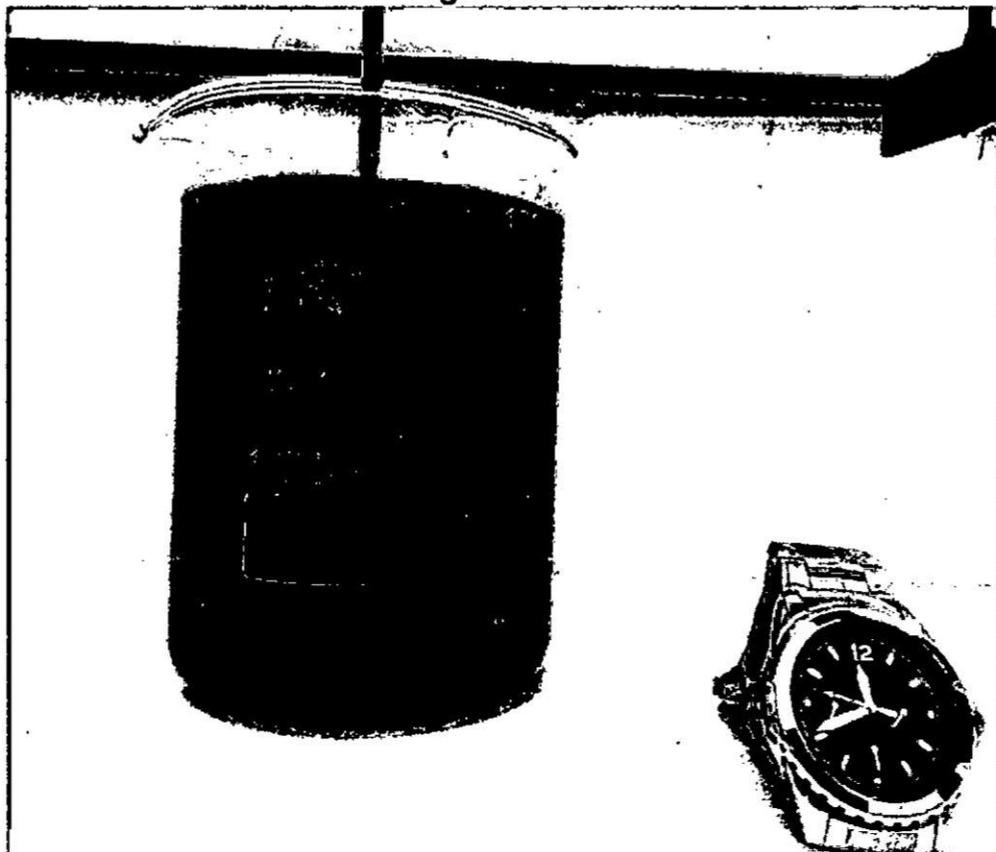
Figura 6.3.4.h



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista al finalizar la sedimentación, transcurrido 15 minutos. De esta prueba se recolecta el sobrenadante para su envío al laboratorio acreditado y conocer el resultado de otros parámetros de control.

Figura 6.3.4.i

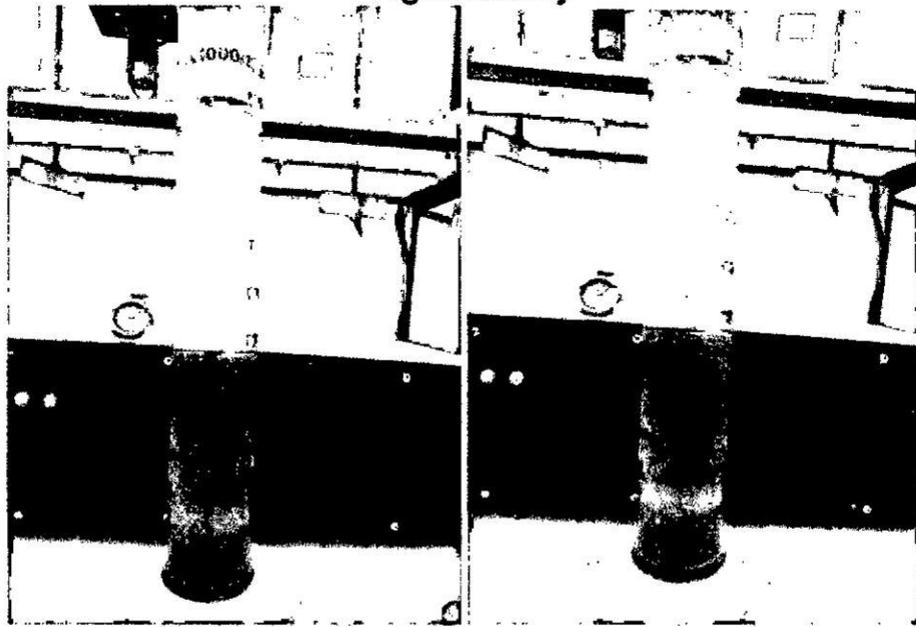


Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista que muestra el resultado de otra PJ con la misma dosis de la prueba precedente con el fin de obtener la velocidad de sedimentación de los flóculos.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page.

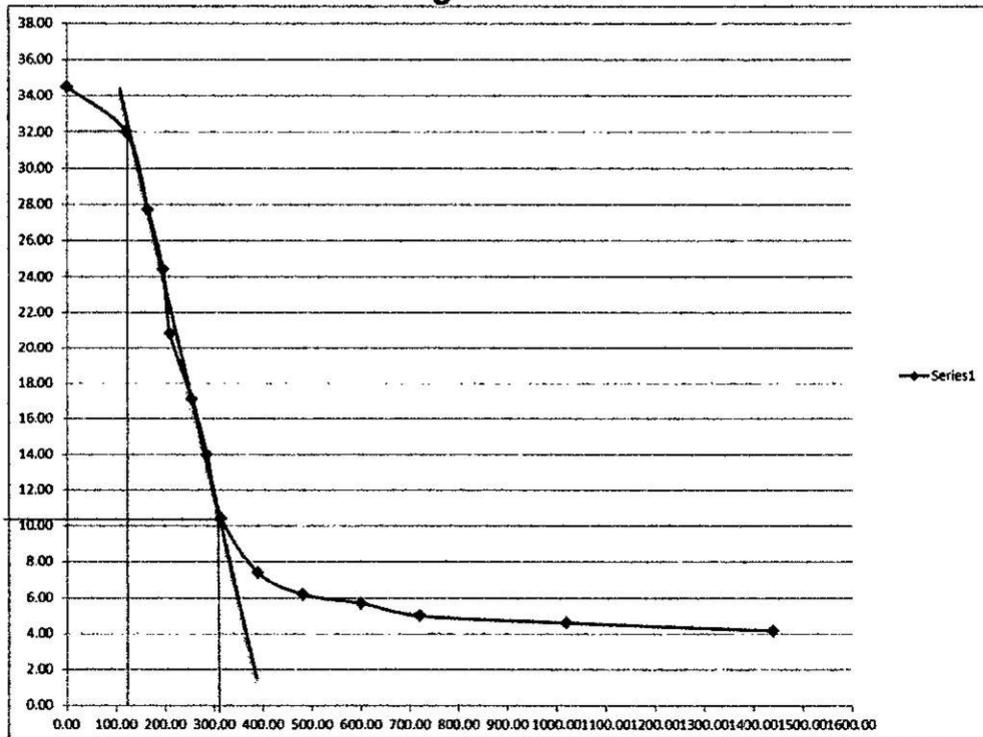
Figura 6.3.4.j



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la probeta al concluir la prueba de sedimentación con muestra del efluente tratado que se observara en la figura precedente.

Figura 6.3.4.k



Fuente: Autoría Propia

Nota: Concluida la prueba de sedimentación después de 25 minutos de sedimentación, haciendo uso del programa Excel se obtiene la curva que representa la Velocidad de sedimentación de los flóculos, a través de la tangente a la curva, obteniendo la velocidad de 4.48 m/hr.

6.3.5. Resultado analítico del efluente proveniente de la Zona de Duchas, tratado en las PJ con la dosis óptima de reactivos.-

Protocolo de la Prueba de Jarras

Mezcla Rápida 150 RPM	:	Tiempo: 1 Minuto
Mezcla Floculación 30 RPM	:	Tiempo: 15 Minutos
Sedimentación	:	Tiempo: 15 Minutos

Dosificación de Reactivos

Alúmina en solución al 50%	:	1 mL/L
Polielectrolito Catiónico, Cat Flocc C	:	1 ppm
Polielectrolito Aniónico, Ca 243	:	1 ppm

**Tabla 6.3.5.
Resultados analíticos:**

Parámetros	Unidades	Valores	
		Entrada	Salida
Turbiedad	NTU	262	4.5
pH	Unidad	7.5	6.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	203.00	63.6
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	753.00	145.7
Aceites y Grasas	mg/L	35.50	1.2
Volumen de Lodos	mL/L -Hr	4.5	200

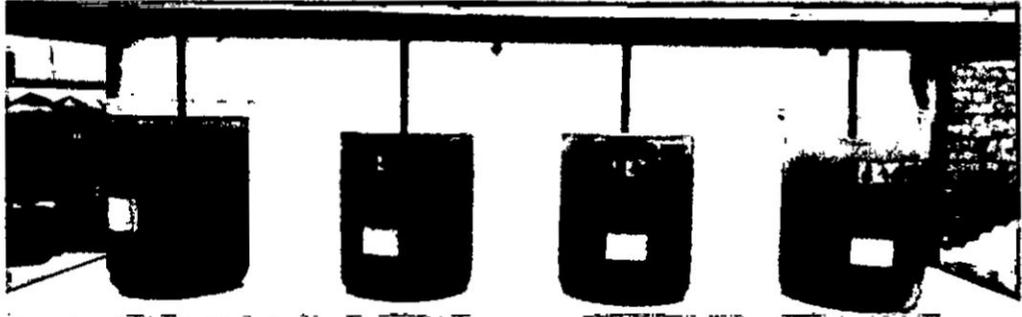
Fuente: Autoría propia

6.4. Tratamiento físico químico de los efluentes a la salida de la Poza de Bombeo hacia la cisterna.- Los efluentes que se unen en la Estación de Muestreo CR, en esta estación se acumulan los efluentes generados en las distintas fases u operaciones de las faenas propias del Camal, desde este buzón se derivan los efluentes hacia el sistema de tratamiento existente que los constituyen la Cisterna que cumple la función de Trampa de Grasas y Sólidos, después de un periodo de retención pasan a través de un sistema de Desbaste, a una segunda Cisterna de retención de finos y finalmente a la poza de bombeo hacia la Cisterna Final de donde estos efluentes son retirados a través de un servicio particular para su disposición final, ver en el apéndice las vistas que muestran el sistema de tratamiento de efluentes existentes. En la Tabla 6.4.a se aprecian las características del Efluente Homogenizado que ingresa al sistema de tratamiento:

Reactivos dosificados	Jarras			
	1	2	3	4
Alúmina Solución - Tipo Acida ml	3.0	4.0	5.0	6.0
Polielectrolito Catiónico - Cat Flocc C, (ppm)	2.0	2.0	2.0	2.0
Polielectrolito Aniónico - CA 243, (ppm)				
Turbiedad Residual (NTU)	30.2	23.4	28.2	28.2
pH	6.9	6.7	6.6	6.3

Fuente: Autoría propia

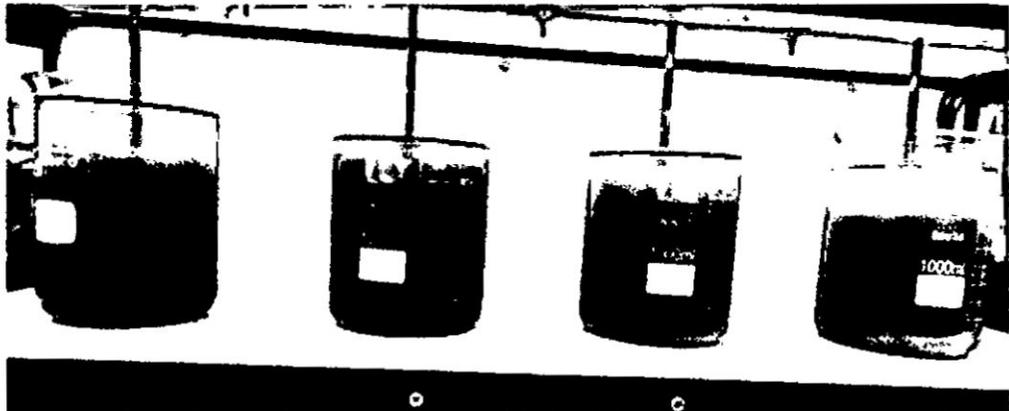
Vista 6.4.1.a



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la PJ durante el periodo de mezcla rapida luego de dosificarse los reactivos.

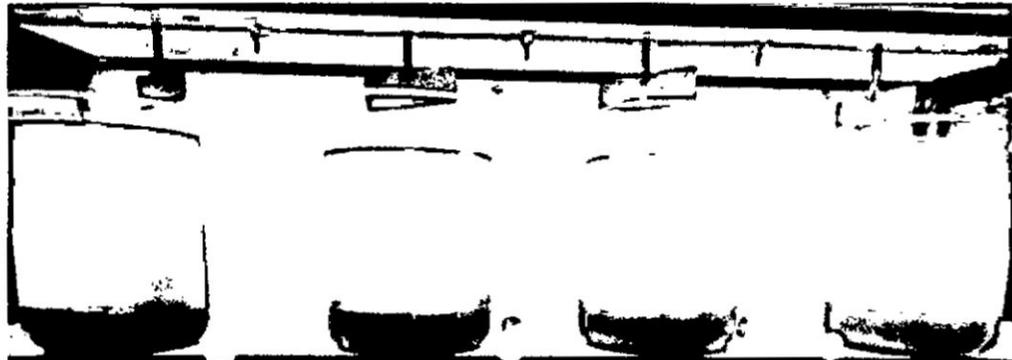
Vista 6.4.1.b



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista Vista que corresponde a la PJ durante el periodo de Sedimentación.

Vista 6.4.1.b



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista que corresponde a la Prueba de Jarras al concluir el periodo de Sedimentación.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page.

6.4.2. Prueba de jarras manteniendo fija la dosis de Alúmina y la del Polielectrolito Aniónico, variando la del Polielectrolito Catiónico.-

Turbiedad de la Muestra sin tratamiento: 176 NTU; pH: 7.6

Mezcla Rápida 150 RPM Tiempo: 1 Minuto

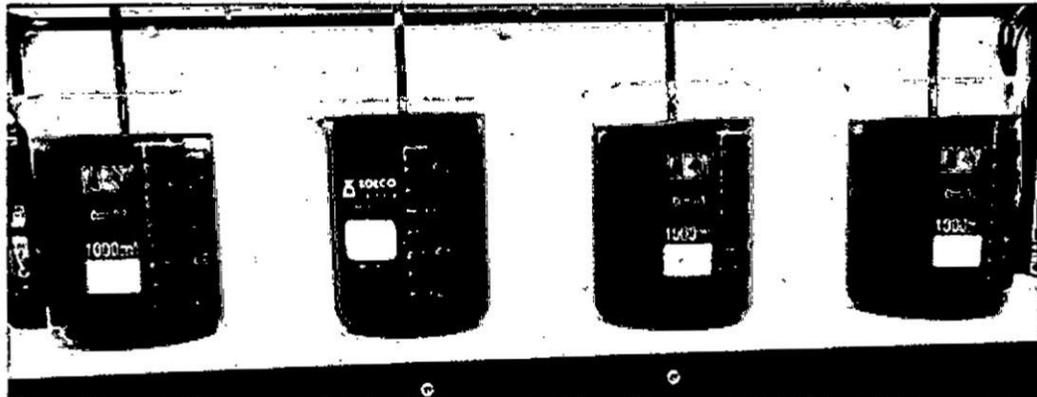
Mezcla Floculación 30 RPM Tiempo: 15 Minutos

Sedimentación Tiempo: 15 Minutos

Reactivos dosificados	Jarras			
	1	2	3	4
Alúmina Solución - Tipo Acida ml	3.0	3.0	3.0	3.0
Polielectrolito Catiónico - Cat Floc C, (ppm)	10.0	20.0	30.0	40.0
Polielectrolito Aniónico - CA 243, (ppm)	2.0	2.0	2.0	2.0
Turbiedad Residual (NTU)	14.9	18.2	30.5	20.6
pH	6.9	6.9	6.9	6.9
Volumen de Lodos mL/L -Hr				

Fuente: Autoría propia

Vista 6.4.2.a



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista que muestra la PJ durante el periodo de floculación, después de aplicarse la dosificación de reactivos.

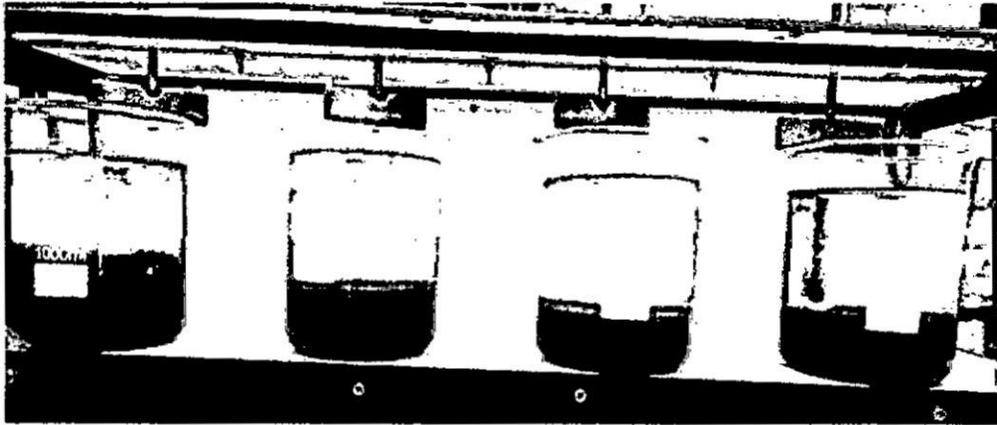
Vista 6.4.2.b



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la PJ durante al retirarse las paletas de mezcl y dar inicio al periodo de sedimentación.

Vista 6.4.2.c



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la PJ durante durante los primeros siete minutos de sedimentación.

6.4.3. Prueba de jarras manteniendo fija la dosis de Alúmina y la del Polielectrolito Catiónico, variando la del Polielectrolito Aniónico.-

Turbiedad de la Muestra sin tratamiento: 176 NTU; pH: 7.6

Mezcla Rápida 150 RPM

Tiempo: 1 Minuto

Mezcla Floculación 30 RPM

Tiempo: 15 Minutos

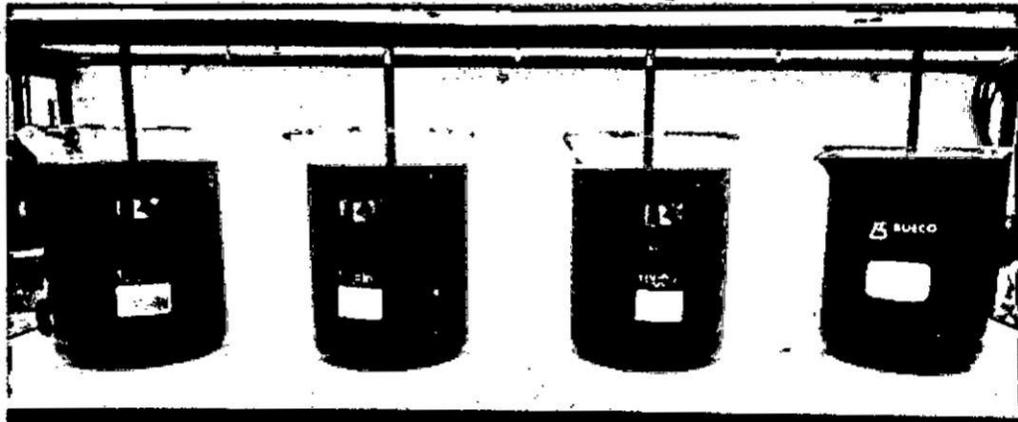
Sedimentación

Tiempo: 15 Minutos

Reactivos dosificados	Jarras			
	1	2	3	4
Alúmina Solución - Tipo Acida (ml)	3.0	3.0	3.0	3.0
Polielectrolito Catiónico - Cat Floc C, (ppm)	30.0	30.0	30.0	30.0
Polielectrolito Aniónico - CA 243, (ppm)	2.0	4.0	6.0	8.0
Turbiedad Residual (NTU)	11.5	14.8	15.9	12.9
pH	6.9	6.9	6.9	6.9

Fuente: Autoría Propia

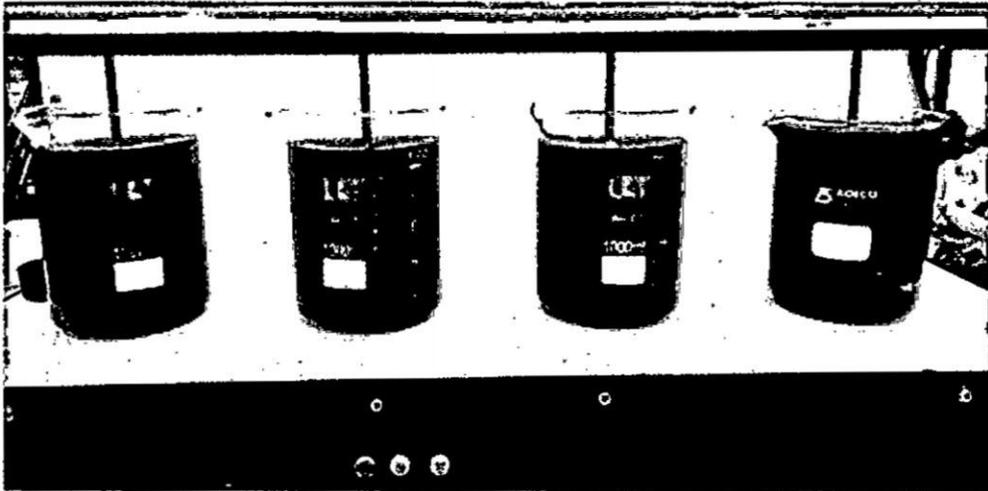
Vista 6.4.3.a



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la Prueba de Jarras durante el periodo de mezcla rápida.

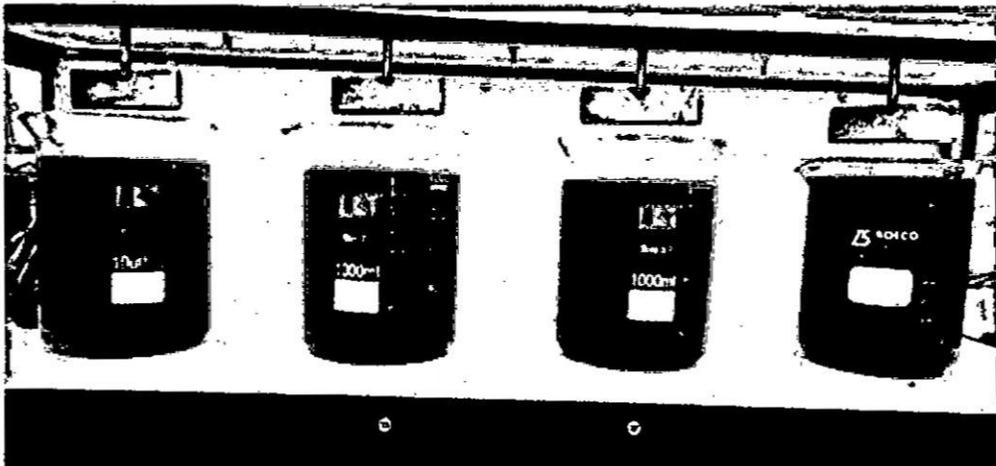
Vista 6.4.3.b



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la prueba de jarras durante el periodo de floculación.

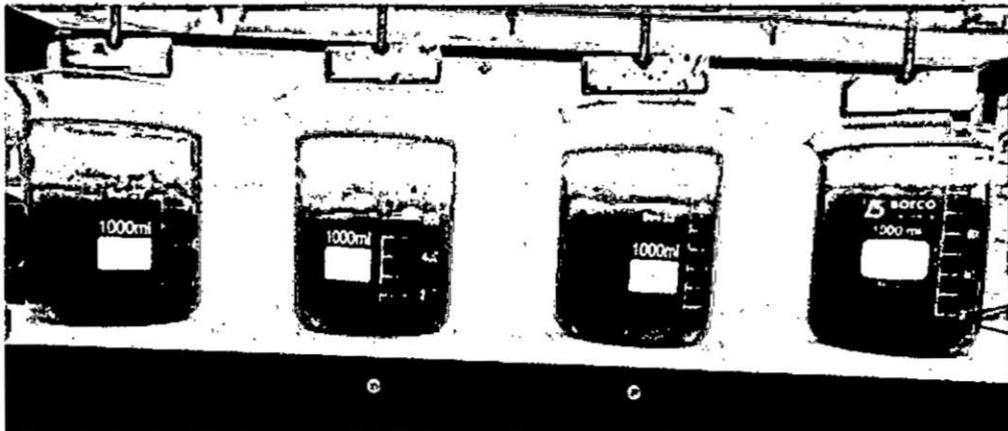
Vista 6.4.3.c



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la prueba de jarras al concluir el periodo de floculación.

Vista 6.4.3.d

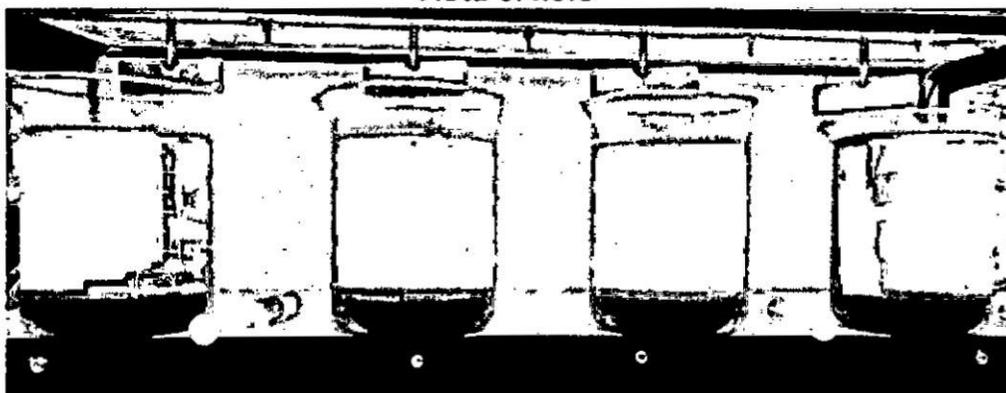


Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la prueba de jarras durante el periodo de sedimentación.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page.

Vista 6.4.3.e



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la prueba de jarras al concluir el periodo de sedimentación.

6.4.4. Prueba de jarras con la dosis optima de Alúmina, de Polielectrolito Catiónico y Aniónico.

Turbiedad de la Muestra sin tratamiento: 224 NTU; pH: 7.6

Mezcla Rápida 150 RPM

Tiempo: 1 Minuto

Mezcla Floculación 30 RPM

Tiempo: 15 Minutos

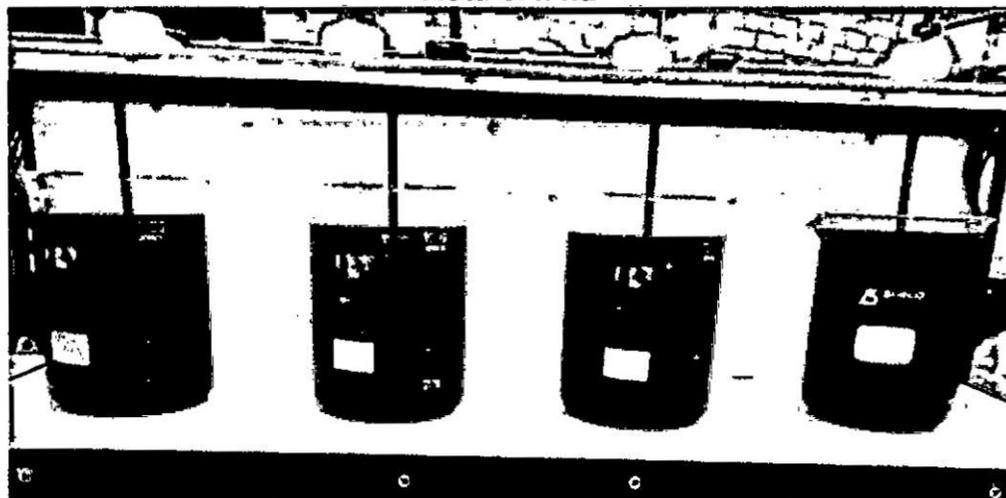
Sedimentación

Tiempo: 15 Minutos

Reactivos dosificados	Jarras			
	1	2	3	4
Alúmina Solución - Tipo Acida ml	3.0	3.0	3.0	3.0
Polielectrolito Catiónico - Cat Floc C, (ppm)	30.0	30.0	30.0	30.0
Polielectrolito Aniónico - CA 243, (ppm)	3.0	3.0	3.0	30
Turbiedad Residual (NTU)	9.2	9.2	9.2	9.2
pH	6.9	6.9	6.9	6.9
Volumen de Lodos mL/L -Hr	165	165	165	165

Fuente: Autoría Propia

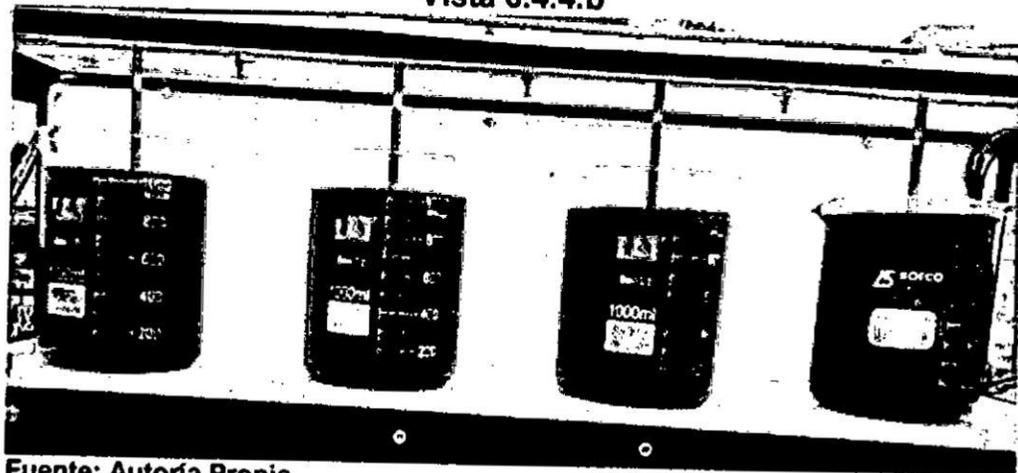
Vista 6.4.4.a



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la prueba de jarras al inicio de la mezcla rápida.

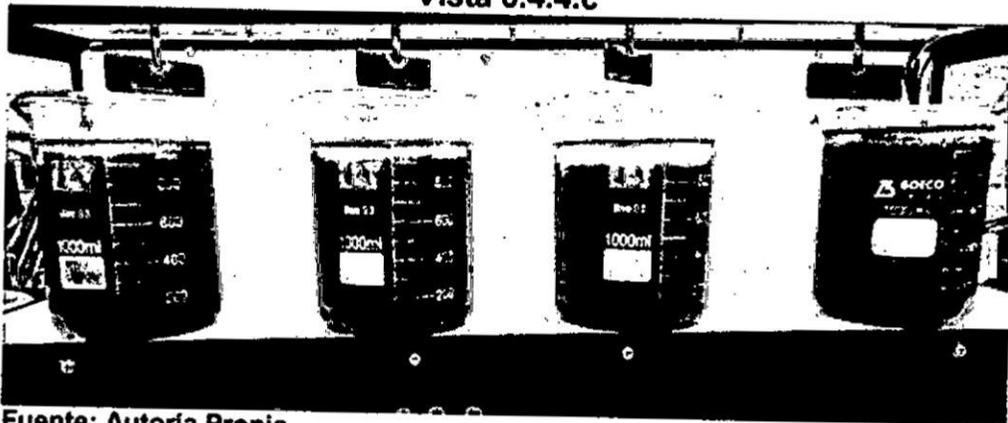
Vista 6.4.4.b



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista de la prueba de jarras al inicio de los 15' de floculación.

Vista 6.4.4.c



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista que muestra la prueba de jarras al concluir el periodo de floculación.

Vista 6.4.4.d



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista que muestra la prueba de jarras al concluir el periodo de 15' de sedimentación.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page.

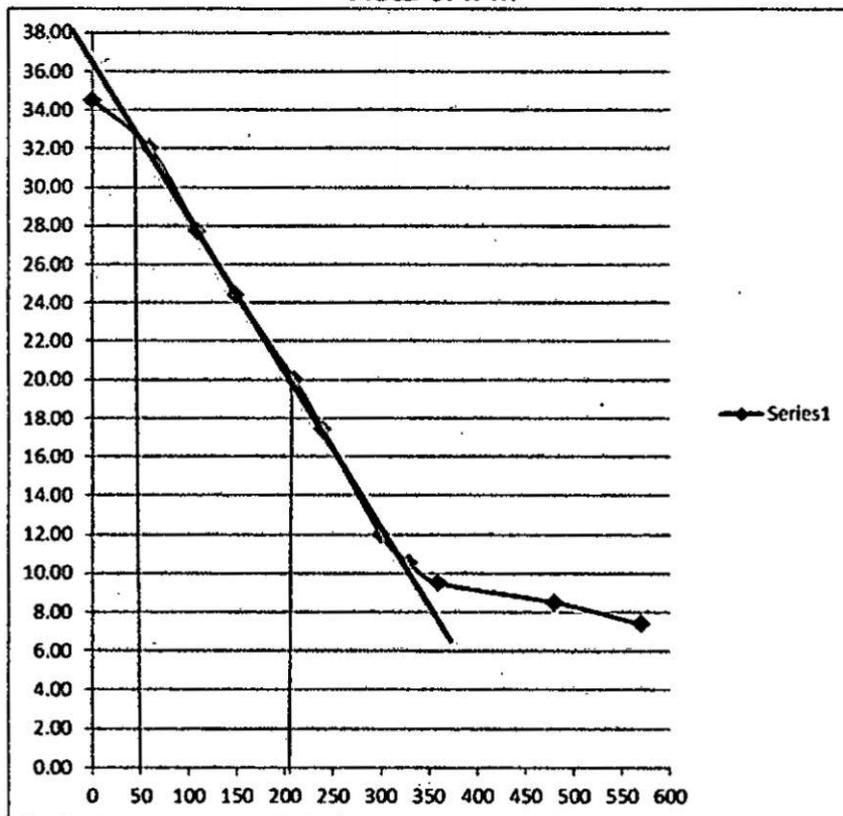
Vista 6.4.4.e



Fuente: Autoría Propia

Nota: Volumen de lodo generado con dosis optima de reactivos.

Vista 6.4.4.f



Autoría propia

Nota: Curva de velocidad de sedimentación. 2.88m/hr.

6.4.5. Prueba de jarras final con dosis optima de Cloruro Férrico y de los Polielectrolitos Catiónicos y Aniónicos.-

Turbiedad de la Muestra sin tratamiento: 433.6 NTU; pH: 6.9

Mezcla Rápida 150 RPM

Tiempo: 1 Minuto

Mezcla Floculación 30 RPM

Tiempo: 15 Minutos

Sedimentación

Tiempo: 15 Minutos

Reactivos dosificados	Jarras			
	1	2	3	4
Cloruro Férrico en solución al 50% (mL)	1.0	1.0	1.0	1.0
Polielectrolito Catiónico - Cat Floc C, (ppm)	30.0	30.0	30.0	30.0
Polielectrolito Aniónico - CA 243, (ppm)	3.0	3.0	3.0	3.0
Turbiedad Residual (NTU)	9.6	9.6	9.6	9.6
pH	6.5	6.5	6.5	6.5
Volumen de Lodos mL/L -Hr	200	200	200	200

Fuente: Autoría Propia

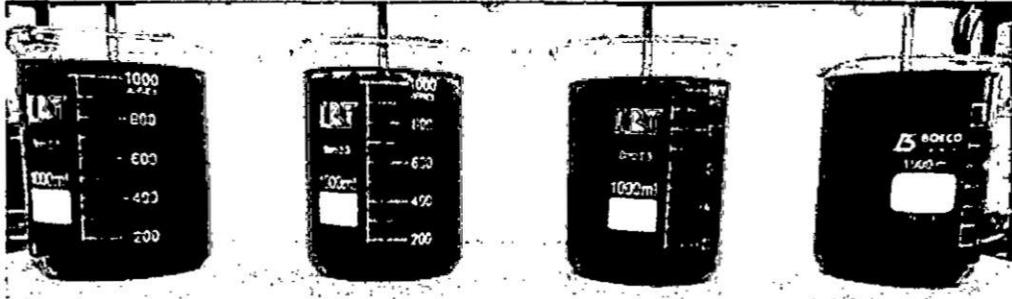
Vista 6.4.5.a



Fuente: Autoría Propia

Nota: En la vista se muestra en la parte superior del equipo de PJ un vaso conteniendo la muestra cruda, y los cuatro vasos con la dosis durante la mezcla rápida.

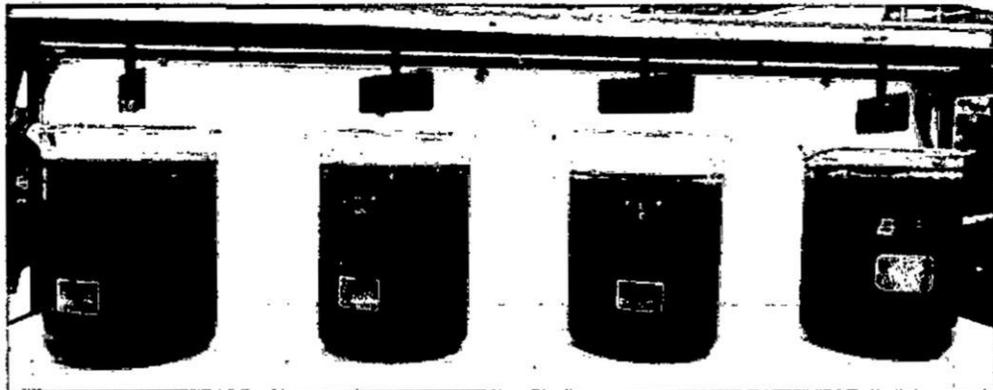
Vista 6.4.5.b



Fuente: Autoría Propia

Nota: En la vista se muestra la PJ durante el periodo de floculación.

Vista 6.4.5.c



Fuente: Autoría Propia

Nota: En la vista se muestra la PJ al retirarse las paletas de agitación en el inicio del periodo de sedimentación.

Vista 6.4.5.d

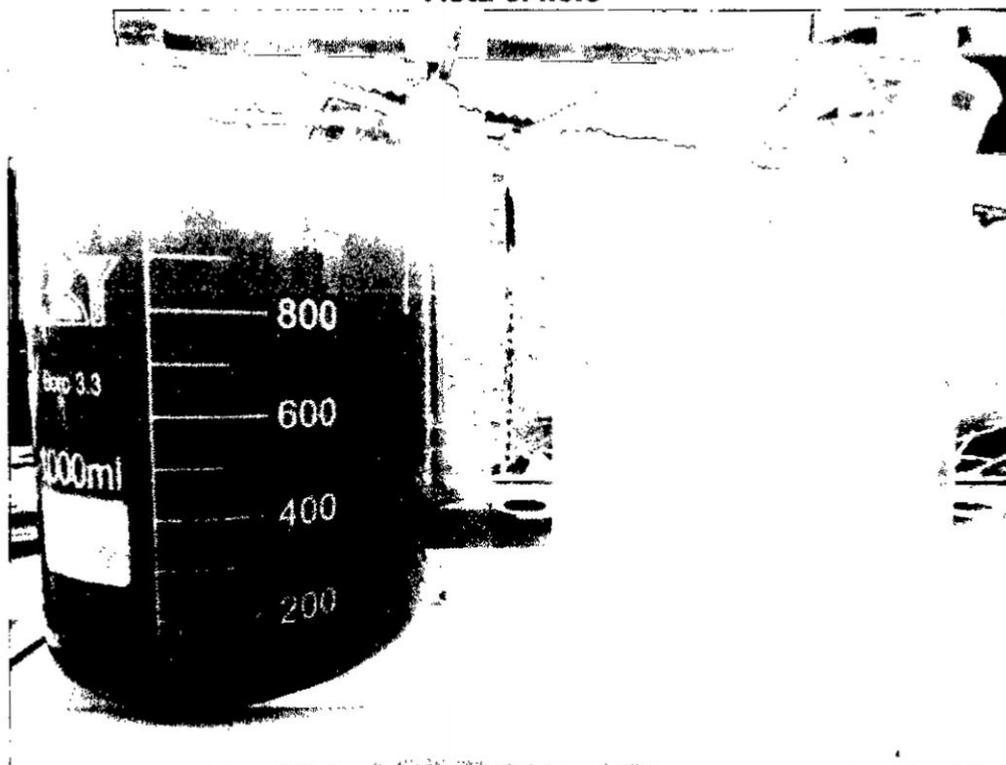


Fuente: Autoría Propia

Nota: En la vista se muestra la PJ al concluir el periodo de sedimentación, a partir de esta se extrae el sobrenadante para los análisis de calidad.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page.

Vista 6.4.5.e



Fuente: Autoría Propia

Nota: Vista que muestra la comparación del efluente sin tratamiento y el efluente tratado retirado del lodo para el muestreo de análisis de laboratorio acreditado.

VII. DISCUSIÓN

Para seleccionar el sistema de tratamiento de los efluentes industriales generados en el camal, se planteó que este se realice de acuerdo a sus características que los diferencia por la procedencia de la operación de modo que se evitara la mezcla de ellos, con el fin de su reúso y sobredimensionamiento de las unidades de tratamiento, para ello se caracterizaron los efluentes en los siguientes puntos:

1. Efluente a nivel de Callejón de Lavado de reses y atronamiento eléctrico previos a su beneficio.
2. Efluente a nivel de la Sala de Oreo.
3. Efluente a nivel de Sala de Cueros.

Estos tres efluentes (1, 2 y 3) podrían independizarse del sistema de tratamiento general, dada sus características, aparentemente de contener menor cantidad de carga orgánica, según se apreció en las muestras. Estos pasarían por un tratamiento preliminar (Físico), seguido de otro primario (Físico – Químico). Este efluente tratado dependiendo del ajuste de la dosificación y de la calidad, podría optarse por su recirculación para reúso en la etapa (Duchas ó Callejón de lavado de reses).

Por otro lado se caracterizaron igualmente los otros efluentes que mostraron mucha mayor carga orgánica proveniente del área que los generaba, como fue en los puntos siguientes:

4. Efluente a nivel de la Sala de Matanza omitiendo el drenaje de sangre originado en la acción de beneficio y desangrado en esta sala, solo se admitiría el originado por el proceso de eviscerado (vísceras blancas y vísceras rojas), extracción de órganos diversos y extracción de sebos comestibles, estimamos que en esta sala además se realiza la operación de Desuello (Retiro del Cuero) y corte de cabeza, además de corte de la punta de cola entre otros.



5. Efluente a nivel de la Sala de Separación de las vísceras blancas (extracción de estómago e intestinos - menudencia) y limpieza de los intestinos, no incluye los desechos sólidos (estiércoles de las tripas y estomago), estos últimos se han desagregar juntos a los estiércoles de los corrales.
6. Efluente a nivel de la Sala de Menudencias, por lavado de órganos diversos.

Estos tres efluentes (4, 5 y 6) por sus características, podrían recibir un tratamiento de efluente principal, constituido de un tratamiento preliminar (Físico), seguido de uno primario (Físico – Químico) y otro secundario (Biológico).

Finalmente todos los efluentes tratados en los dos sistemas propuestos (dependiendo de haberse optado por la recirculación para su reuso que se planteó) serían afinados por un sistema de tratamiento a través de humedales artificiales antes de su disposición final, en la que este también de cumplir con los ECAs se podría disponer para su reuso en el riego y/o disposición en los afluentes hacia los propios pantanos.

7.1. De los efluentes provenientes de la Zona de Duchas.- Debido a que los parámetros como DBO₅, DQO y GyA de estos efluentes superaban los VMA de los ECAs, se sometieron a las PJ, para determinar la dosis optima de los reactivos (Coagulantes y Floculantes) que permitieron reducir el valor de estos parámetros, de modo que se realizaron un conjunto de cuatro PJ, seleccionándose las dosis optimas y realizar una quinta prueba para confirmar esta dosis y obtener el volumen necesario de efluente para las pruebas de análisis y obtener el valor de los parámetros controlados por los ECA, con esta quinta PJ se confecciono la tabla 7.1 que muestra el valor de VMA controlados por los ECA, el cual arroja los siguiente resultados de calidad cuyos valores se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 7.1.a

Resultados obtenidos a partir de los efluentes provenientes de la Zona de Duchas tratadas en las PJ con sus dosis optimas

Parámetros	Valores			
	Unidades	VMA (ECA - 3)	Entrada	Salida
Turbiedad	NTU	--	262	4.5
pH	Unidad	6.5 – 8.5	7.5	6.5
DBO ₅	mg/L	15.0	203.00	63.6
DQO	mg/L	40.0	753.00	145.7
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	35.50	1.2
Volumen de Lodos	mL/L –Hr	--	4.5	200

Fuente: Autoría propia

Como se aprecia en la tabla 7.1.a con respecto a la Turbiedad, este parámetro no se encuentra bajo control de los ECA, pero se comporta como un parámetro de la medida del grado de transparencia que pierde el agua, y este valor de 4.5 NTU sin embargo se halla dentro del rango para agua potable.

Con respecto al valor del pH de 6.5, este se halla en el límite del aceptado por el ECA, no obstante estos, a un se pueden mejorar evitando el consumo de alcalinidad al reemplazar parte de la dosis de la alúmina por polielectrolito catiónico (no consume alcalinidad por lo tanto no modifica el pH).

Para el caso de la DBO₅, se encontró el valor de 63.6 mg/L, valor que supera el valor exigido por los ECA (15.00 mg/L), sin embargo, este valor se ha de reducir cuando el efluente tratado por el método físico químico del cual se ocupa la presente investigación, se someta a un tratamiento biológico o por el tratamiento a través de humedales artificiales. Por otro lado para el caso de la DQO se encontró como resultado de las PJ el valor de 145.7 mg/L, mientras el exigido por el de los ECA es de 40 mg/L, sin embargo al igual que lo sucedido con la DBO₅, este se reducirá cuando se someta a un tratamiento biológico o por el tratamiento a través de humedales artificiales;

Mientras para el contenido de GyA se encontró un valor aceptable de 1.2 mg/L por debajo del exigido por los ECA,

De modo que si comparamos los resultados obtenidos como eficiencias en la remoción se obtiene la tabla siguiente:

Tabla 7.1.b

Porcentaje de Reducción obtenidos a partir de los efluentes provenientes de la Zona de Duchas tratadas en las PJ con sus dosis óptimas

Parámetros	Valor		% de Remoción
	Entrada	Salida	
Turbiedad	262	4.5	98.28
pH	7.5	6.5	—
DBO ₅	203.00	63.6	68.67
DQO	753.00	145.7	80.65
Aceites y Grasas	35.50	1.2	96.62
Volumen de Lodos	4.5	200	—

Fuente: Autoría propia

Si comparamos el resultado del parámetro de la DQO, único reportado de 72 % obtenido por J. Martínez et. al. (1996), trabajando en laboratorio utilizando un RAFA piloto, con el nuestro 80.65 % obtenido a través de las PJ, se deduce que el nuestro fue mayor.

7.2. De los efluentes provenientes de la salida de la Poza de Bombeo.- En el subcapítulo 6.4 se muestran las diferentes PJ a que se sometieron las muestras extraídas a la salida del sistema de pre tratamiento existente y que son bombeadas hacia las Cisternas Final, con las características que se muestran en la Tabla 6.4.b, son precisamente esta calidad de muestra que se sometieron a las PJ donde se simula el tratamiento físico químico y que nos permite obtener la dosis óptima de los reactivos químicos (coagulantes y polielectrolitos) que permitiera reducir los valores de cada uno de los parámetros controlados por los ECA.

Los resultados se muestran en la Tabla 7.2.a

Tabla 7.2.a
Resultados obtenidos a partir de los efluentes provenientes de la Poza de Bombeo, tratados en las PJ con sus dosis óptimas

Parámetros	Valores			
	Unidades	VMA (ECA - 3)	Entrada	Salida
Turbiedad	NTU	–	433.60	9.6
pH	Unidad	6.5 – 8.5	7.6	6.9
DBO ₅	mg/L	15.0	1252.90	784.30
DQO	mg/L	40.0	2429.20	939.30
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	45.30	3.6
Volumen de Lodos	mL/L –Hr	–	9.00	140

Fuente: Autoría propia

Con los resultados obtenidos se puede elaborar la Tabla 7.2.b, que nos muestra la eficiencia de remoción para cada uno de los parámetros bajo control:

Tabla 7.2.b
Porcentaje de Reducción obtenidos a partir de los efluentes provenientes de la Poza de Bombeo en las PJ con sus dosis óptimas

Parámetros	Valor		% de Remoción
	Entrada	Salida	
Turbiedad	433.60	9.6	97.78
pH	7.6	6.9	–
DBO ₅	1252.90	784.30	37.40
DQO	2429.20	939.30	61.33
Aceites y Grasas	45.30	3.6	92.05
Volumen de Lodos	9.00	140	–

Fuente: Autoría propia

7.3. Conclusiones a partir de los resultados de la investigación.-

7.3.1. Para los efluentes provenientes de las zonas de duchas.-
 Estos se someterán a un tratamiento que permita después de la captación y almacenamiento en la cisterna de homogeneización, continuar con un tratamiento físico – químico, seguido de un tratamiento biológico, desinfección y cisterna de almacenamiento como a continuación se muestran en la Figuras 7.3.1a y 7.3.1b

Figura 7.3.1a
Diagrama de flujo del tratamiento de efluentes de zona de duchas

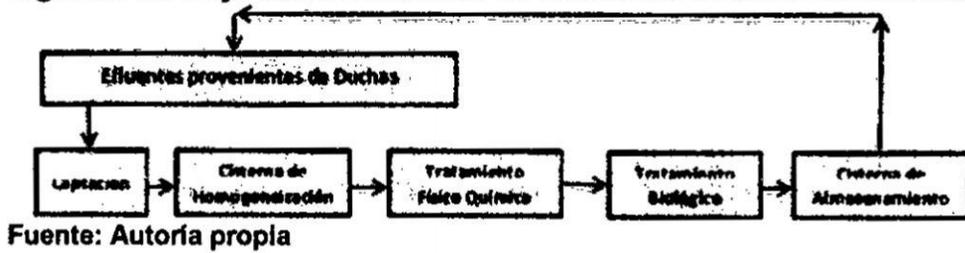
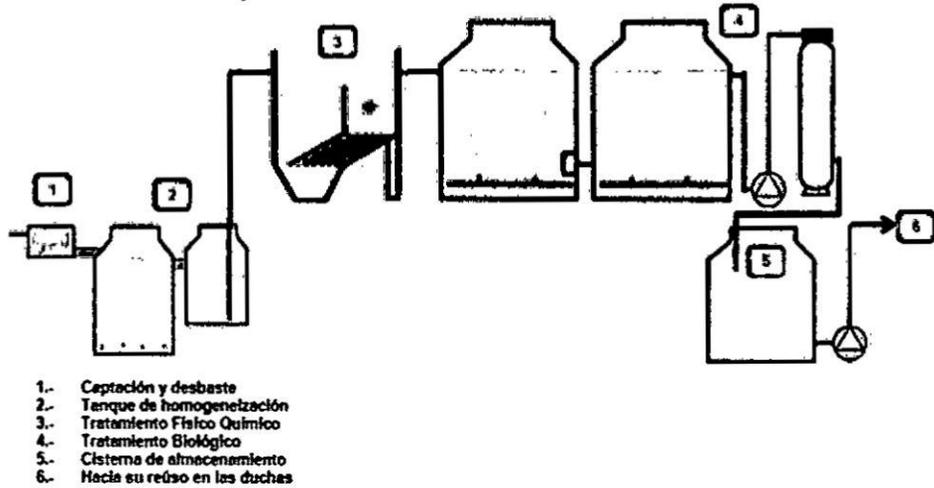


Figura 7.3.1b
Composición del sistema de tratamiento

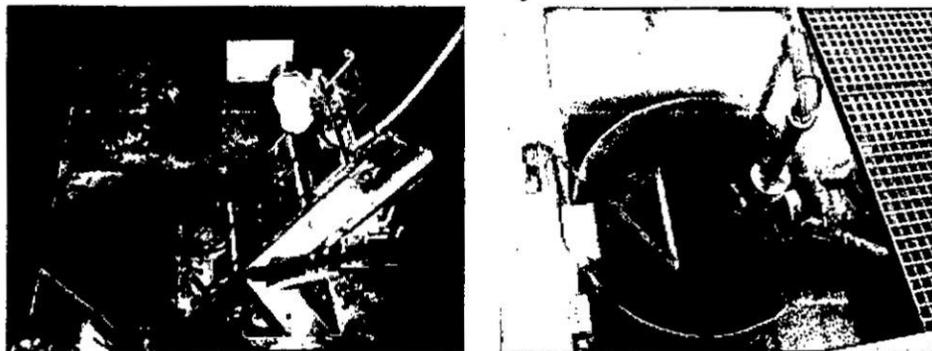


Fuente: Autoría propia

El sistema de tratamiento propuesto se detalla a continuación:

7.3.1.1. Sistema de captación y desbaste.- Constituido de un remozado sumidero de captación con rejilla de desbaste de limpieza automatizada para partículas mayores de 3 mm y aguas abajo se ubicaría una canastilla para retención de partículas mayores de 1 mm.

Vistas de sistemas de rejillas de desbaste



Fuente: Sistemas de Desbaste – Fabricante Hidrotec Aguas – España.

7.3.1.2. Tanque de homogeneización.- Constituido de uno o dos Tanques Industriales fabricados con polietileno de alta densidad y bajo estándares de calidad internacional, para brindar

almacenamiento de agua e insumos industriales de una forma totalmente segura, con capacidad suficiente, para ser instalada bajo el nivel del terreno o sobre la superficie con base o losa de concreto armado.

7.3.1.3. Tratamiento físico – químico.- Constituido por la Unidad de Mezcla Rápida y Floculación, Unidad de Decantación, durante esta etapa del tratamiento se trabajara a caudal constante.

a) Unidad de mezcla rápida y floculación.- Permitirá recepcionar el efluente proveniente de la cisterna de homogeneización (DBO_5 de 203.00 mg/L; DQO de 753.00 mg/L y Aceites y Grasas del orden de 33.50 mg/L), que llegara a través del bombeo a caudal constante, de modo que esta unidad pueda ubicarse por encima del nivel del agua en la cisterna de homogeneización, se podrá adoptar de Mezcla Mecánica Rápida constituida de un tanque con agitador de 150 RPM (motor estimado de 0.5 hp, monofásico), aquí se aplicara los reactivos coagulantes y floculantes tales como sulfato de aluminio en solución, polielectrolito catiónico y polielectrolito aniónico, en su dosis optima como se simulo en las PJ, estos permitirán remover los Solidos Disueltos, reducir la DBO_5 , DQO y otros componentes.

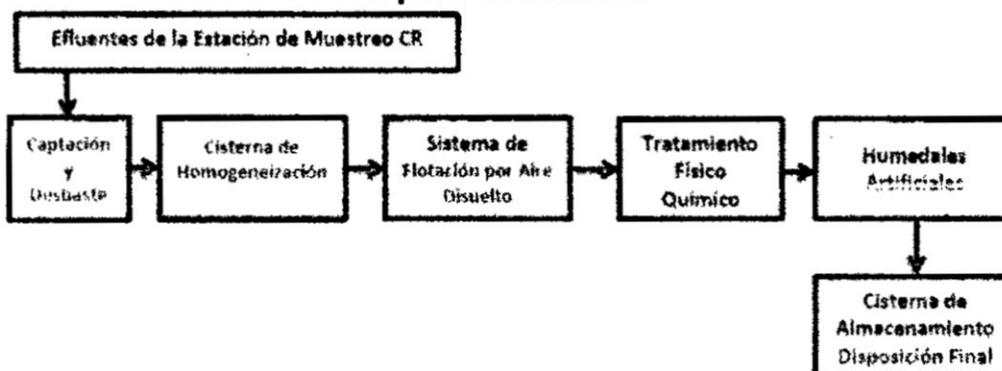
La dosificación de los polielectrolitos se efectuara a través de un conjunto de tres bombas dosificadoras una por cada tipo de reactivos contenido en su respectivo cilindro. Por otro lado la floculación del efluente una vez que recibió la dosis optima de cada uno de los reactivos químicos, se efectuará la mezcla de floculación en un tanque contiguo al tanque de mezcla rápida, el volumen del tanque de floculación permitirá n tiempo de floculación de 10 min, con agitador de 30 RPM (motor estimado de 0.5 hp, monofásico).

b) Unidad de Decantación.- En esta unidad se conseguirá separar los floculos formados en el floculador por acción de los reactivos dosificados, permitiendo un efluente tratado con la reducción de más del 98% los remanentes serán retenidos en el filtro, el volumen de la unidad en su sección de clarificación será para 2.5 hrs. carga superficial estimada de $65 M^3/M^2.Día$.

7.3.1.4. Tratamiento Biológico.- Constituido por el sistema de Lodos Activados del Tipo Secuencial o sistema de aireación que reduzca la DBO₅ del orden de 63.60 mg/L, la DQO del orden de 145.7 mg/L y Aceites y Grasas de 1.2 mg/L), proveniente del tratamiento físico químico. Durante esta etapa del tratamiento se trabajara a caudal constante, como se explicó anteriormente, el tratamiento de lodos activados estará constituida de una unidad compacta el reactor biológico del tipo secuencial, constituido de tres cámaras, el efluente tratado pasara a través del sistema de filtración, que permitirá reducir al 100% la remanente o residual que no fuera retenido, estimándose la carga superficial en el filtro de 170 M³/M².Día, el agua filtrada se conducirá a la cisterna de almacenamiento.

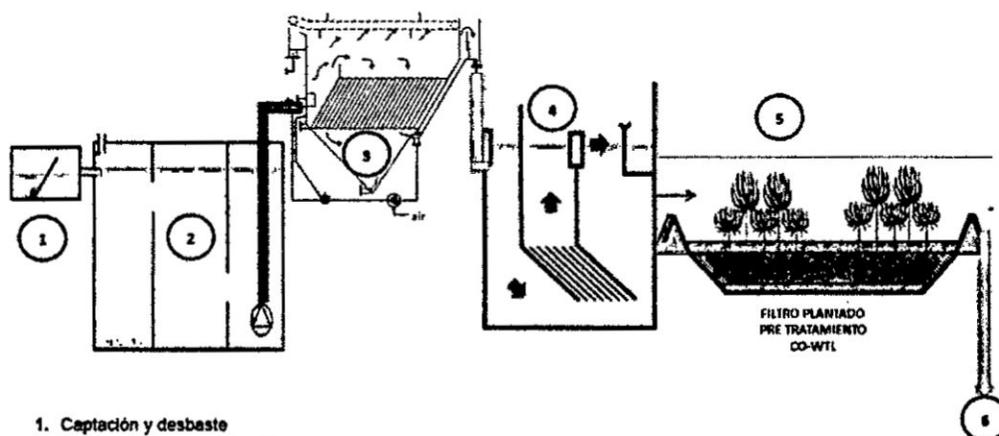
7.3.2. Para los efluentes provenientes de la salida de la poza de bombeo.- Después del pre tratamiento existente, (desde la captación, trampa de grasas y solidos), es decir a la salida de la poza de bombeo se instara el sistema de flotación por aire disuelto, seguido de un tratamiento físico - químico (coagulación, floculación, decantación), se removerá la carga orgánica, específicamente de 1,252.9 mg de DBO₅/L, a 784.30 mg de DBO₅/L entre otros, seguidos del tratamiento biológico que finalmente permita reducir hasta 15 mg/L de DBO₅ para su reúso como agua de riego 5 mg/L de DBO₅, además de otros parámetros que también serán reducidos para su disposición final a un cuerpo receptor. El sistema para estos se muestra a continuación.

Figuras 7.3.2a
Diagrama de flujo para el tratamiento de efluentes a la salida de la poza de bombeo



Fuente: Autoría propia

Figuras 7.3.2b
Sistema del tratamiento para los efluentes a la salida de la poza de bombeo



1. Captación y desbaste
2. Tanque de Homogeneización
3. Sistema de Flotación por aire disuelto
4. Tratamiento físico químico
5. Humedales Artificiales de Flujo Horizontal
6. Sistema de almacenamiento para su disposición final.

Fuente: Autoría propia

El sistema de tratamiento propuesto se detalla a continuación:

7.3.2.1. Tratamiento físico – químico.- Constituido por las mismas unidades planteadas para el caso de los efluentes provenientes la zona de duchas, pero de mayor capacidad debido al mayor caudal y carga orgánica a tratar, por lo que obviaremos la descripción de cada una de ellas, solo la haremos referencia:

a) Unidad de Mezcla Rápida y Floculación.- Permitirá recepcionar el efluente proveniente del Sistema de Flotación por Aire Disuelto (DAF), este efluente tendría en el peor de los casos una carga cercana a los siguientes valores: (DBO₅ de 1252.90 mg/L; DQO de 2429.20 mg/L y A&G del orden de 45.30 mg/L), que llegaría por gravedad proveniente del DAF.

La unidad de Tratamiento en todo su conjunto podrá estar ubicada sobre o debajo de nivel del terreno lo que dependerá de sistema de bombeo que se adopte, para acometer los efluentes hacia el sistema de tratamiento.

b. Unidad de Decantación.- El periodo de retención en la zona de clarificación se estima de 3.5 hr y carga superficial de 60 M³/M².Día.

7.3.2.2. Humedales Artificiales de Flujo Horizontal.- Tratara el efluente tratado proveniente del tratamiento físico químico cuya carga de DBO₅ se estima en 784.30 mg de DBO₅/L entre otros, equivalente a 37.27 Kg de DBO₅/día, estimándose una carga superficial de 0.0167 Kg de DBO₅/M²Día.

El humedal artificial será del tipo subcritico, a fin de que no genere espejo de agua, el efluente proveniente del tratamiento físico químico pasara por debajo del nivel del medio filtrante (0.05 M), se podrá utilizar en estas unidades Papiros ó Totora, podrá evaluarse el uso de otra planta que tenga mejor rendimiento. Se estima utilizar como medio filtrante desmonte proveniente de construcción seleccionado del tamaño de ½" a 1.00".

El efluente tratado se conducirá hacia la cisterna de almacenamiento para la disposición final, a cuyo ingreso se dosificara solución desinfectante de hipoclorito en su dosis optima de 1.00 ppm a 2.00 ppm.

7.4. Recomendaciones.-

7.4.1. Se recomienda a la Administración del Camal Frigorífico FRISANA SAC, implementar una adecuada gestión de agua, es decir obtener la Huella Hídrica (Indicador que permite caracterizar el volumen de agua usado para la producción de un bien o servicio, teniendo en cuenta el volumen de agua consumido y contaminado en el proceso. Tiene en cuenta los usos directos e indirectos del agua). De modo que se reduzca el consumo actual de 134.17 M³/día para un total de 93 reses sacrificadas, es decir 1.44 m³/res, valor que se halla por encima del promedio de 750 L/res valor que se halla en un mínimo de 500 L y un máximo de 1000 L por res sacrificada.

7.4.2. De reducirse el consumo actual de agua, se reducirá el tamaño del sistema de tratamiento de los efluentes y por ende los costos de inversión, de un sistema de tratamiento de 134.17 M³/res para tratarse en un periodo de 48 horas (el camal realiza en promedio 3 faenas por semana) el caudal estimado del sistema seria de 2.8 M³/hr, mientras para un caudal reducido al ideal de 750 L/res, se

tendría un consumo de agua para un total de 93 reses sacrificadas se consumiría un total de 69.75 M³/día y tamaño de planta de 1.5 M³/hr.

7.4.3. De implementarse el sistema de tratamiento de los efluentes, estos han de tratarse por separado, los provenientes de la Zona de Duchas (efluentes de menor carga orgánica), y los otros provenientes de la mezcla de los efluentes de la Zona de faenas, sucia, de menudencias y de Oreó, que por sus características se permita tratar el proveniente de la Zona de Duchas y recircularlos, mientras los provenientes de la mezcla se traten para su disposición final.

VIII. REFERENCIALES

- 8.1. ARNAL, J. DEL RINCON, D. y LA TORRE, A.; **Investigación Educativa: Fundamentos y Metodologías**. Editorial Barcelona. 2003.
- 8.1. ARBOLEDA VALENCIA, J. **Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clarificación del Agua**. Segunda Reimpresión, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Lima – Perú, 1981.
- 8.2. BACA NEGLIA M; **Tratamiento de los efluentes domésticos mediante Humedales Artificiales para el riego de áreas verdes en el Distrito de San Juan de Marcona**. Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Investigación y Docencia Universitaria. 2012.
- 8.3. BABBIE, E.R. **The practice of social reseach**. Ed. Wadsworth, California, 1979.
- 8.4. BRATBY, J. R. **Interpreting laboratory results for the design of rapid mixing and flocculation Systems**. Journal of the American Water Works Association, vol. 73, N° 6, junio, 1981, pp. 312–318.
- 8.5. CABBELL DONALL T. y STANLEY JULIAN C. **Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social**. Ed.: Amorrortu editores – Buenos Aires 1996. (159 p)
- 8.6. DEGREMONT. **Manual Técnico del Agua**. Cuarta edición, Artes Gráficas Grijelmo, S.A. Bilbao -España, 1979.
- 8.7. DEYANIRA MUÑOZ M, **Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero: para una población de 2000 habitantes**. Publicación Revista, Facultad de Ciencias, Universidad del Cauca, Popayán. Grupo de Investigación en diseño, Procesos y Energía. Volumen 3. N°1. Marzo 2005, pp. 87 - 98.
- 8.8. DÍAZ BAEX M. C. **Tratamiento de aguas residuales de matadero mediante reactores anaeróbicos de lecho empacado**. Congreso de Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales en América Latina, llevado a cabo en la ciudad de México, D.F. UNAM Noviembre 1990.

- 8.9. DONALD T. CAMPBELL y JULIAN C. STALEY; **Diseño experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social.** Amorrortu editores, Buenos Aire – Argentina, 1966.
- 8.10. FRESENIUS, W., **Manual de disposición de aguas residuales: Origen, descarga, tratamiento.** Lima. Editorial Schneider W. de Lima, ed. 1991.
- 8.11. HERNÁNDEZ MUÑOZ A., HERNÁNDEZ LEHMANN A., GALAN P. **Manual de Depuración Uralita, Sistemas para Depuración de Aguas Residuales en Núcleos de hasta 20,000 habitantes.**, Paraninfo, Madrid, 2000.
- 8.12. HERNÁNDEZ MUÑOZ A. **Depuración y Desinfección de Aguas Residuales**, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid 2001. Mansilla H. D., Lizama C., Gutarra A. y Rodríguez J. 2001.
- 8.13. HUERGA, E. **Desarrollo de alternativas de tratamiento de aguas residuales industriales mediante el uso de tecnologías limpias dirigidas al reciclaje y/o valoración de contaminantes.** Disertación Doctoral Publicada, Universidad de Valencia, Valencia, España. (2005).
- 8.14. JOSEPH F. MALINA, Jr., FREDERIC G. POHLAND **Diseño de procesos anaeróbicos para el tratamiento de desechos industriales y municipales.** Editado por Lancaster: Pub Technomic. Co., 1992
- 8.15. KEMMER FRANK N, NALCO CHEMICAL COMPANY. **Manual del Agua: Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones**, 1ª Ed. McGraw Hill, Impreso en México, 1989.
- 8.16. LAZCANO CARREÑO C., **Biología ambiental de Aguas y aguas residuales**, 1ª Ed. Fondo Editorial de la UNMSM, Junio 2014
- 8.17. MARTINEZ DELGADILLO S., RODRÍGUEZ ROSALES M., **Tratamiento de aguas residuales con MATLAB®** - Universidad Autónoma Metropolitana. Editorial Reverte, S.A. México – 2005
- 8.18. MARTINEZ NAVARRO F. **Tratamiento de aguas residuales industriales mediante electrocoagulación y coagulación convencional.** Tesis Doctoral para obtener el grado de Doctor en



Ingeniería Química, Departamento de Ingeniería Química – Universidad de Castilla Ed. De la Universidad – La Mancha, Cuenca 2008.

- 8.19. NORIEGA PISSANI RUDDY, **Manual de Tratamiento de Aguas Residuales – Tomo 1**, 1ª Ed. Editorial talleres de la Imprenta del Ejercito, Lima – Perú, 1989.
- 8.20. OROZCO BARRENECHEA C., PÉREZ SERRANO A. GONZALES DELGADO Mª N., RODRIGUEZ VIDAL F. y ALFAYATE BLANCO J. **Contaminación Ambiental, Una visión desde la química**. 1ra. Edición, 2ª reimpresión, Tompson Editores, Paraninfo, S.A. España. 2004.
- 8.21. RIGOLA LA PEÑA M., **Tratamiento de Aguas Industriales – Aguas de Proceso y Residuales.**, 1ª Ed. Editorial Alfa Omega Marcombo, 1989.
- 8.22. Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI/DM; **Protocolo de Monitoreo de Efluentes Líquidos Emisiones Atmosféricas**; Febrero del 2000.
- 8.23. SALAS C. y CESARIO CONDORHUAMÁN C., **Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio o matadero de ganado**. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química; 2008. (pp 29 – 34).
- 8.24. **STANDARD METHODS, 2005, For the examination of water and wastewater**. 21 st Edición. USA. – 2005.
- 8.25. TORRES, P. **Selección de alternativas de tratamiento para aguas residuales**, 2003.
- 8.26. TCHOBANOGLOUS, G., BURTON, F., y STENSEL, H. **Wastewater Engineering, Treatment and Reuse**; Metcalf & Eddy, Inc. - 3th ed. New York: McGraw Hill. 1993.
- 8.27. TCHOBANOGLOUS, G., BURTON, F., y STENSEL, H. **Ingeniería de Aguas Residuales. Volumen 1 y 2, Tratamiento, vertido y reutilización**; Metcalf & Eddy. Traducido de la tercera edición en inglés. 2ª Ed. McGraw Hill. Impreso en España. 1998

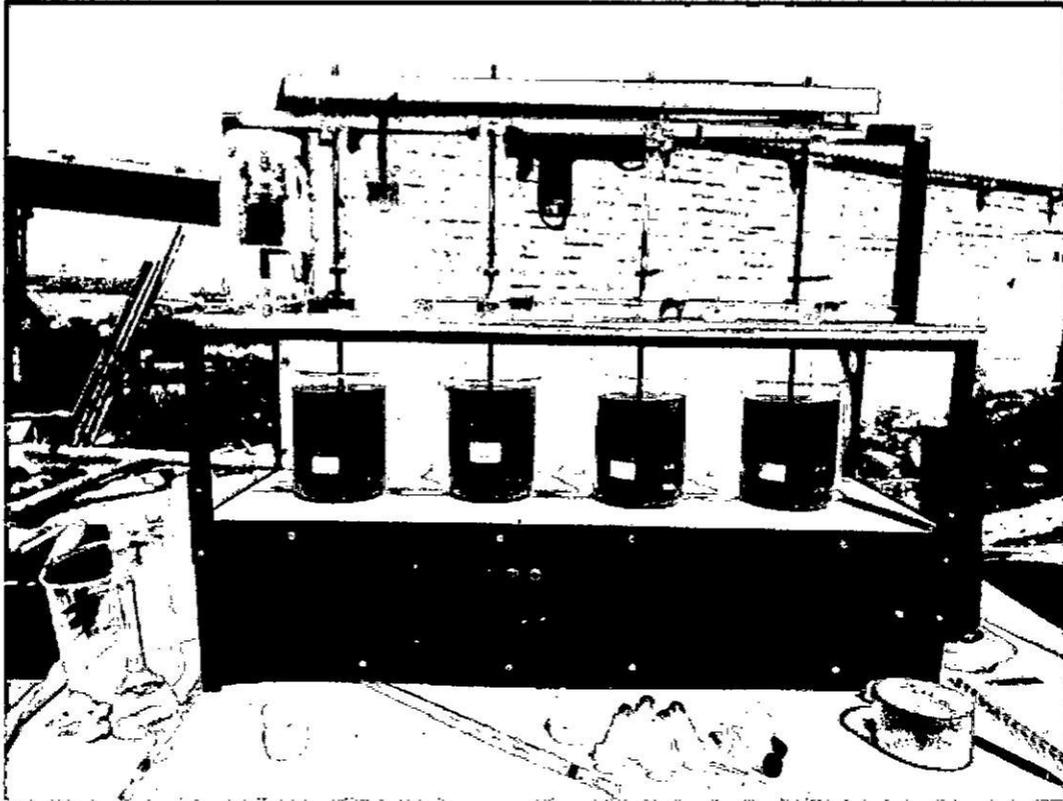
8.28. TCHOBANOGLOUS, G., BURTON, F., y STENSEL, H. **Ingeniería de Aguas Residuales, Redes de Alcantarillado y Bombeo**, 2ª Ed., McGraw Hill. Impreso en España. 1998.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to be a personal name or initials.

IX. APENDICES

FIGURAS:

Figura 5.4. "Equipo de Pruebas de Jarras"



Fuente: Autoría propia

Figura 6.4.a Conjunto de vistas que muestran la trampa de grasas y solidos.- Del Camal Frigorífico FRISANA S.A.C.



Fuente: Autoría propia

Figura 6.4.b Vista que muestra la trampa de grasas en la que se observa la reja de desbaste para la retención de sólidos.- Del Camal Frigorífico FRISANA S.A.C.



Fuente: Autoría propia

Figura 6.4.c Conjunto de vistas que muestra: a la izquierda la poza de recogidas de fino; a la derecha en un primer plano se observa la poza de bombeo, en la parte anterior la poza de finos y más atrás la trampa de grasas y sólidos.- Del Camal Frigorífico FRISANA S.A.C.



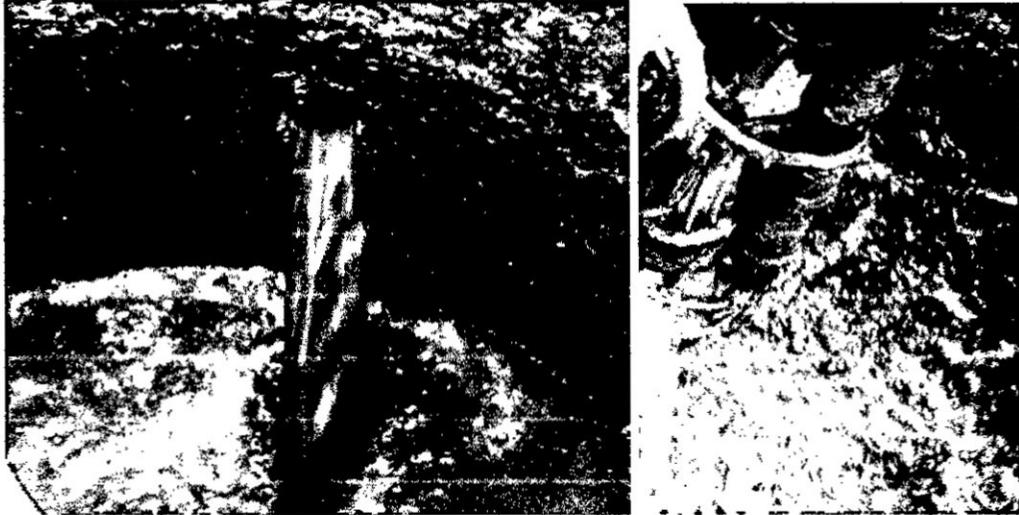
Fuente: Autoría Propia

Figura 6.4.d Vista que muestra la poza de recogidas de finos con su reja de finos. Del Camal Frigorífico FRISANA S.A.C.



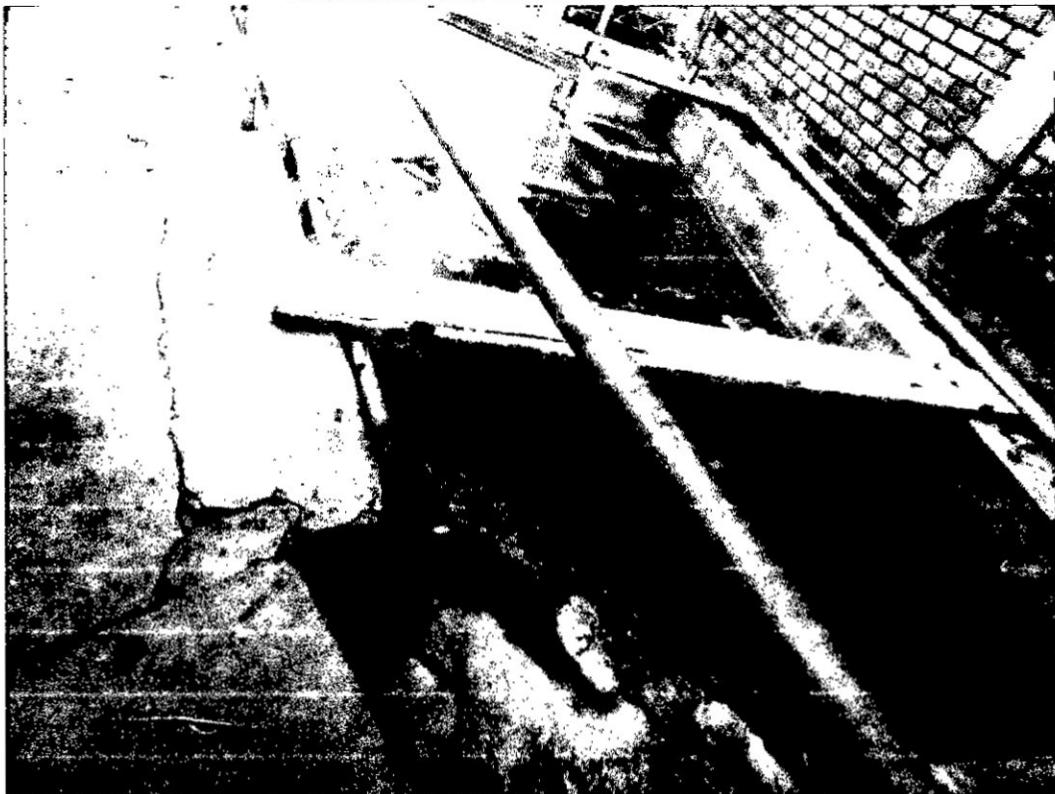
Fuente: Autoría Propia

Figura 6.4.e Vistas que muestran la poza de bombeo donde se puede apreciar en la vista de la izquierda el efluente proveniente de la poza de finos, en la segunda vista la electrobomba sumergible para el trasvase a la cisterna de acopio. Del Camal Frigorífico FRISANA S.A.C.



Fuente: Autoría propia.

Figura 4.6.2.1. Tanque de homogeneización. Tanque de homogeneización de la planta de tratamiento de efluentes del Camal de Conchucos - Barrios Altos.



Fuente: Autoría Propia

X. ANEXOS

Matriz de Consistencia

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN		TRATAMIENTO FÍSICO QUÍMICO DE LOS EFLUENTES INDUSTRIALES GENERADOS EN UNA PLANTA DE BENEFICIO DE RESES PARA SU DISPOSICIÓN FINAL – UBICADA EN EL ÁREA DE AMORTIGUACIÓN DE LOS PANTANOS DE VILLA				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES			MÉTODO A EMPLEAR
			VARIABLE	INDICADORES	INDICE	
¿El tratamiento Físico Químico, de los efluentes industriales permitirá remover los contaminantes del agua residual generada en la planta de beneficio de reses ubicada en el área de amortiguación de los pantanos de Villa, de modo que estos puedan disponerse para su disposición final?	<p>Objetivo General.- Evaluar el sistema de tratamiento físico químico para el tratamiento de los efluentes industriales generados en las planta de beneficios de reses y proponer el mismo para su implementación.</p> <p>Objetivos Específicos.-</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar, el caudal y las características de los efluentes industriales generados en la planta de beneficio de reses previos a su tratamiento. • Simular a través de Pruebas de Jarras a nivel de laboratorio el tratamiento físico químico • Identificar, las características de los efluentes tratados que permita su reutilización. • Identificar los parámetros hidráulicos que permitan el diseño del sistema de tiramiento físico químico. 	"El tratamiento físico químico de los efluentes generados en una planta de beneficio de reses permitirá obtener un efluente tratado con la calidad que cumpla con los ECAs que permitan su reúso como agua de riego o su disposición final".	<p>Independiente X: Tratamiento físico químico del tipo secuencial</p> <p>Dependiente Y: Efluentes tratado con la calidad que cumpla con los ECAs que permitan su reúso como agua de riego o su disposición final</p>	<p>X₁: Volumen (1L) X₂: Gradiente de MR X₃: Tiempo de MR X₄: Gradiente Floculación X₅: Tiempo Floculación X₆: Sedimentación Y₁: potencial Hidrogeno (pH) Y₂: Demanda Química de Oxígeno (DQO) Y₃: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) Y₄: Aceites y Grasas. Y₅: Sólidos totales Y₆: Existencia de Coliformes Fecales Y₇: Turbiedad Y₈: Conductividad</p>	<p>X₁ = 1 X₂ = 150 s⁻¹ X₃ = 15 min X₄ = 150 X₅ = 15 min X₆ = 15 min</p> <p>Y₁: 6 – 8.5 uni Y₂: 40 mg/L Y₃: 15 mg/L</p> <p>Y₄: 1 mg/L Y₅: 5 - 50 mg/L Y₆: 1000, NMP/100mL No registro 2500 µS/cm</p>	<p>Parámetros del protocolo de las Pruebas de Jarras.</p> <p>4550-H*, SMWW</p> <p>5210, SMWW</p> <p>5220, SMWW</p> <p>5520, SMWW</p> <p>2540, SMWW</p> <p>9221, SMWW</p> <p>2130-B, SMWW</p> <p>2510-B, SMWW</p> <p>Investigación: Experimental Tipo: Aplicada Diseño:</p>
<p>G 0₁ X 0₂</p>						

Nota: En el que G representa el grupo de muestra de efluente doméstico, (0₁), es el valor referencial inicial del indicador (variable dependiente), antes del estímulo o tratamiento, a través del sistema de tratamiento compacto X (la variable independiente), y posteriormente (0₂) el nivel que alcanza luego del tratamiento.

Código Plan Nacional CTI: 0302.0006 (Tecnologías adecuadas para la disposición, tratamiento y re-uso de aguas residuales domésticas), Código UNESCO: 3308.06 (Regeneración del Agua).

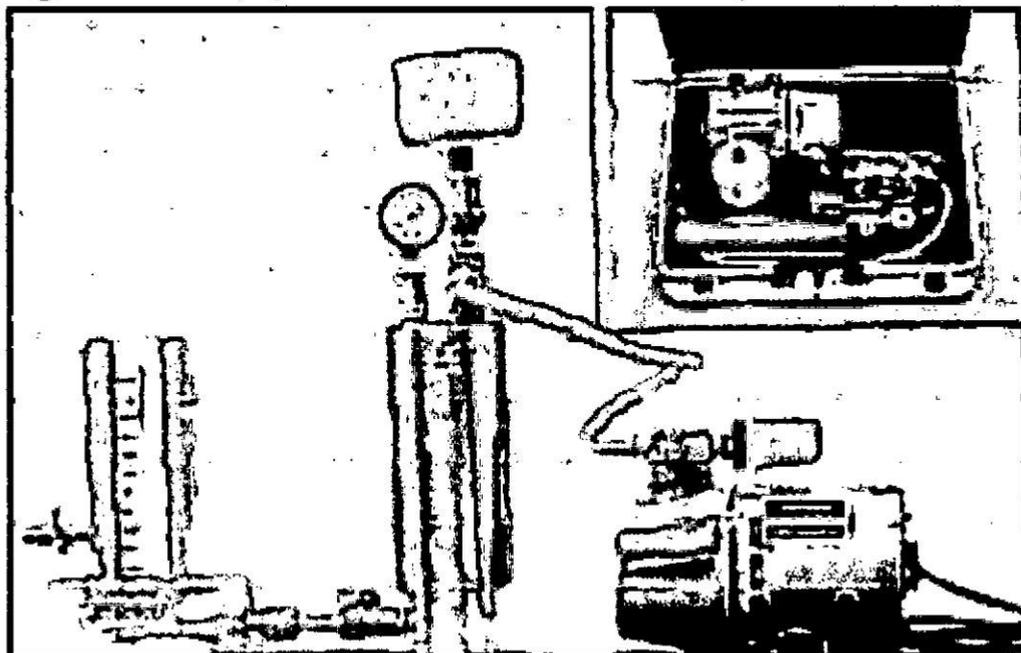
FIGURAS:

- **Figura 3. Mapa de ubicación de los Pantanos de Villa**



Fuente: Pagina Web del Club de Exploradores

- **Figura 4.1.4. Equipo de flotación de laboratorio (Bench test kit)**



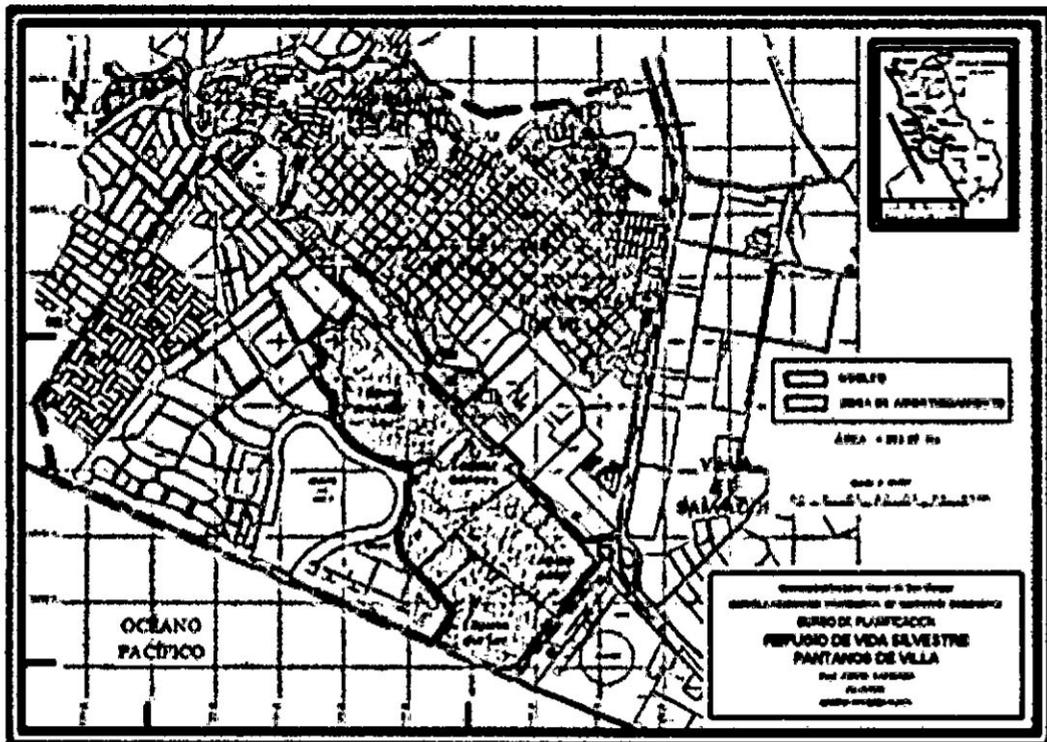
Fuente: Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio o matadero de ganado- Gilberto Salas C., Cesario Condonhuamán C. Revista Peruana de Química Vol. II N° 1, 2008 pág. 34

- **Figura 4.5.3.a. Zona de amortiguamiento de los Pantanos de Villa.**



Fuente: PROHVILLA

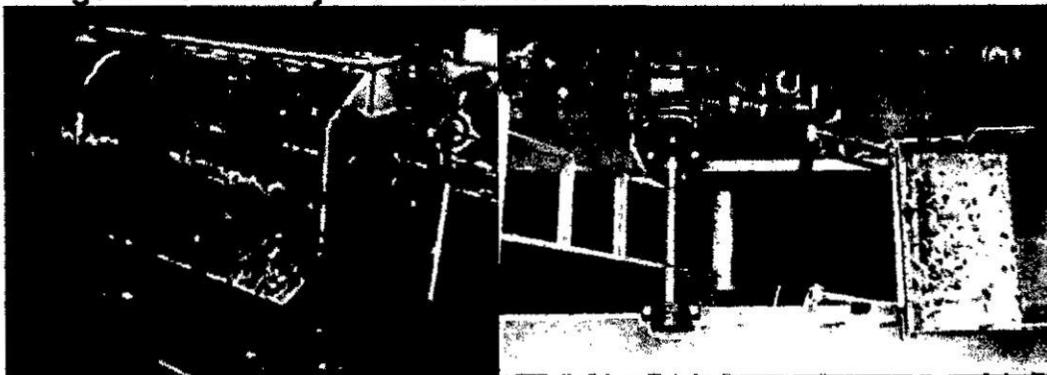
- **Figura 4.5.3.b. Mapa de Núcleo y Amortiguamiento de los Pantanos de Villa.**



Fuente: PROHVILLA

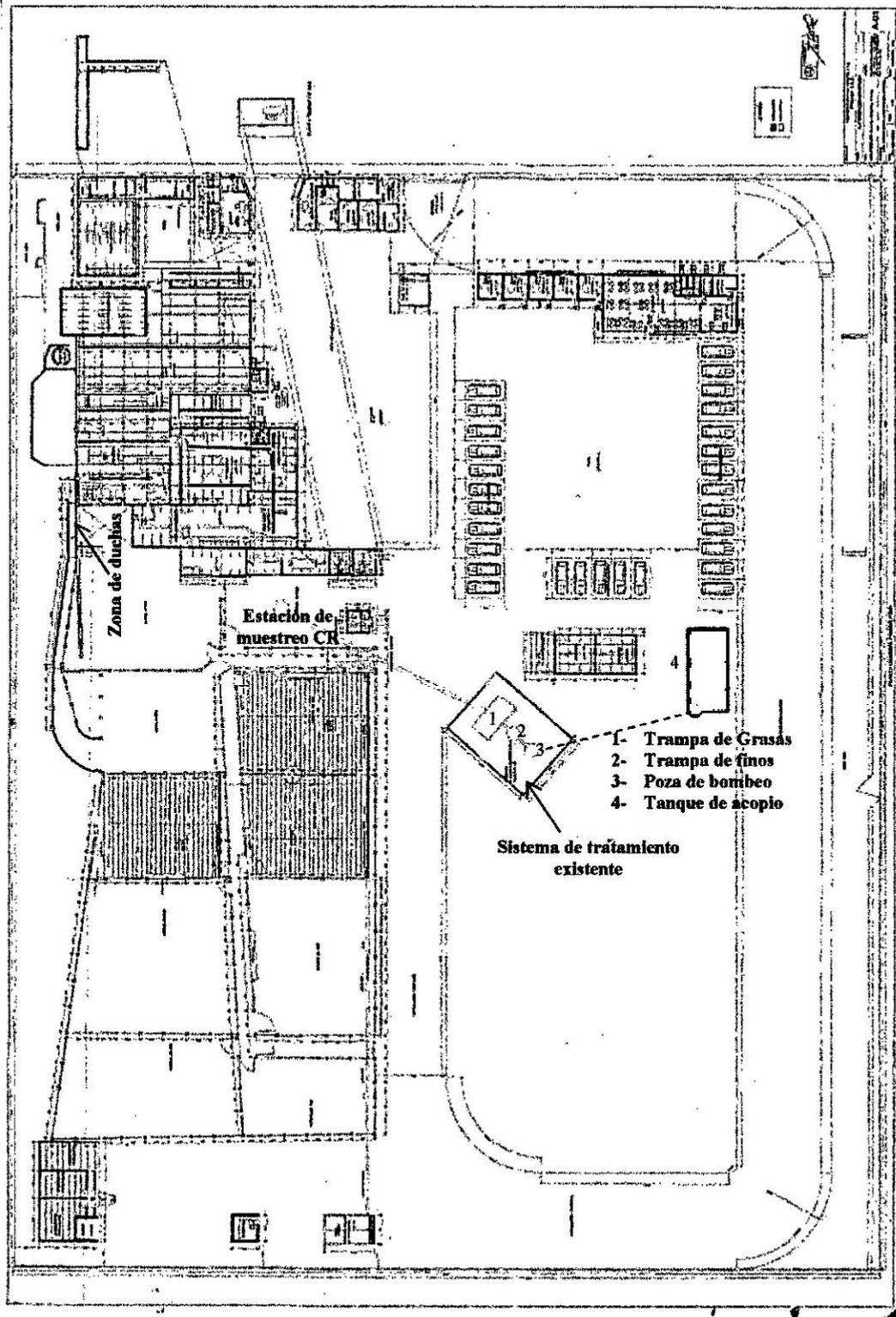
Handwritten signature

• **Figura 4.6.2.2. Rejas de Desbaste – Cribado.-**



Fuentes: AQUATREAT

Figura 6. Plano del "CAMAL FRIGORIFICO FRISANA SAC"



Fuente: CAMAL FRIGORIFICO FRISANA SAC"

TABLAS:

- **Tabla N° 4.6.1. Componentes del agua residual que pueden eliminarse por tratamiento físico – químico.**

Componentes	Tipo de residuo	Métodos de tratamiento
Aceites y Grasas	Aceites minerales, vegetales y sintéticos (emulsiones).	Centrifugación, Flotación con aire, Decantación, Adsorción (rotura de la emulsión).
Ácidos	Residuos con pH<6, requieren tratamiento.	Neutralización con álcalis, cal o sosa, normalmente.
Álcalis	Residuos con pH>9, requieren tratamiento.	Neutralización con ácidos, sulfúrico o clorhídrico, normalmente.
Amonio	Como amonio libre o en forma combinada.	Arrastre con aire (stripping), previa alcalinización. Oxidación química. Incineración.
Cianuros	Complejado con metales o en forma iónica.	Oxidación química a nitrógeno, Intercambio iónico. Electrolisis.
Cromo	En forma de Cr (VI), como cromato o dicromato.	Reducción a Cr (III) y precipitación. Intercambio iónico. Ósmosis inversa. Precipitación con sales de bario.
Disolventes orgánicos	Acetona, benceno, alcohol	Arrastre con aire o vapor (stripping). Destilación con recuperación. Incineración. Adsorción para bajas concentraciones.
Metales en medio ácidos.	En forma de sales solubles	Neutralización y adición de cal. Intercambio iónico. Electrolisis. Ósmosis Inversa.
Metales en medio básicos.	Como complejos solubles	Precipitación del hidróxido con cal. Intercambio iónico. Electrolisis. Ósmosis inversa.
Sólidos en suspensión.	Naturaleza muy variable	Sedimentación con o sin coagulante. Flotación con aire.

Fuente: **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. Una visión desde la Química – Depuración de aguas residuales, Pág. 264.**

- **Tabla N° 4.6.2.5. Tratamientos primarios empleados para aguas residuales industriales.**

Tratamiento	Contaminante a eliminar	
Cribado	Elimina materias flotantes > 5 mm.	
Homogeneización de efluentes	Neutraliza unos con otros. Caudales y concentraciones mas homogéneas	
Neutralización	Ácidos y bases. Precipitar metales pesados. Obtener pH apto para tratamientos biológicos.	
Coagulación-floculación	Elimina coloides y aglomera partículas.	
Separación de fases	Sólido-líquido: Sedimentación. Flotación. Filtración.	Proceso de clarificación, para eliminar materia en suspensión.
	Líquido-líquido: Flotación. Coagulación.	Separación de grasas y aceites.

Fuente: **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. Una visión desde la Química – Depuración de aguas residuales. Pag. 266**

- **Tabla 4.7.5. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias (7 de junio 2017).- Disposición Complementaria Derogatoria.**

10	NORMAS LEGALES	Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano
<p>Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias</p>	<p>publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;</p>	<p>De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p>
<p>DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM</p>	<p>DECRETA:</p>	<p>Artículo 1.- Objeto de la norma La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.</p>
<p>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p>	<p>Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.</p>	<p>Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:</p>
<p>CONSIDERANDO:</p>	<p>3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional</p>	<p>a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:</p>
<p>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;</p>	<p>- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</p>	<p>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.</p>
<p>Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28811, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, 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 la Ley;</p>	<p>- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional</p>	<p>Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.</p>
<p>Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, 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; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;</p>	<p>- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado</p>	<p>Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.</p>
<p>Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;</p>	<p>b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación</p>	<p>Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente;</p>
<p>Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, 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;</p>	<p>Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;</p>	<p>Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;</p>
<p>Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;</p>	<p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2010-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;</p>	<p>Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normativa vigente que regula los ECA para agua;</p>
<p>Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;</p>	<p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,</p>	<p>publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;</p>

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abarico, palabrillas, mejillones, caracol, tapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas atedadas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vauno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

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

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Tílica, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos**- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precisese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efuente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antropicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

Artículo 8.- Sistematización de la información

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

Artículo 9.- Refrendo

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

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA
DEROGATORIA**

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cloruro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (Pt)	Color verdadero Escala PCU	15	100 (p)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 609	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	50	20	30
Ferrosidad	mg/L	0,033	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Fibrosos de Origen Antropogénico		Ausencia de material fibroso de origen antropogénico	Ausencia de material fibroso de origen antropogénico	Ausencia de material fibroso de origen antropogénico
Nitratos (NO ₃) (e)	mg/L	50	50	50
Nitratos (NO ₃) (s)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 009	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	± 3	± 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
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	0,003	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	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
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
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₂₀)	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	**	**
Dibromodimetano	mg/l	0,1	**	**
Bromodimetano	mg/l	0,05	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/l	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/l	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/l	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/l	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0005	0,0005	**
Tetracloroetano	mg/l	0,04	**	**
Tetracloro de carbono	mg/l	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/l	0,07	0,07	**
ETÉR				
Benceno	mg/l	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/l	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/l	0,7	0,7	**
Xileno	mg/l	0,5	0,5	**
Monoclorados Aromáticos				
Benzopireno	mg/l	0,0007	0,0007	**
Perclorofenol (PCP)	mg/l	0,009	0,009	**
Organoclorados				
Meltrán	mg/l	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/l	0,0003	0,0003	**
Clordano	mg/l	0,002	0,002	**
Dieldro Difetil Tricloroetano (DDT)	mg/l	0,001	0,001	**
Endrin	mg/l	0,0005	0,0005	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/l	0,0003	0,0003	**
Lindano	mg/l	0,002	0,002	**
Carboceto				
Aldicarb	mg/l	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/l	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/l	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	Nº Organismos/l	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Virus cólera	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoos, ciliados, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	Nº Organismos/l	0	<5x10 ³	<5x10 ⁴

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

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitratos (NO_3).

(e) 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, Dibromodlorometano y Bromodlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental, que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Cloroformo}}{\text{ECAcloroformo}} + \frac{\text{Cldibromodlorometano}}{\text{ECAdibromodlorometano}} + \frac{\text{Bromodlorometano}}{\text{ECabromodlorometano}} + \frac{\text{Bromoformo}}{\text{ECabromoformo}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y
 ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromodlorometano y Bromodlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.
 Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 1:

- El símbolo "" dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICO-QUÍMICOS			
Azúles y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	"
Oxígeno Libre	mg/L	0,022	0,022
Oxígeno Total	mg/L	0,06	"
Color	Color verdadero Escala Pt-Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$)	mg/L	10	"
Nitratos ($\text{NO}_2\text{-N}$)	mg/L	1	"
Olor	Factor de difusión 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	"
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	"
Antimonio	mg/L	0,006	"
Arsénico	mg/L	0,01	"
Berio	mg/L	0,7	"

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Borio	mg/L	0,04	"
Boro	mg/L	0,5	"
Cadmio	mg/L	0,01	"
Cobalto	mg/L	2	"
Cromo Total	mg/L	0,05	"
Cromo VI	mg/L	0,05	"
Hierro	mg/L	0,3	"
Manganeso	mg/L	0,1	"
Mercurio	mg/L	0,001	"
Níquel	mg/L	0,02	"
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	"
Selenio	mg/L	0,01	"
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	"
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Cefarinas Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias N° Organismo/L	N° Organismo/L	0	"
Gierde duodenale	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos Intestinales	NMP/100 ml	200	"
Salmonella spp	Presencia/100 est	0	0
Vibrío cholerae	Presencia/100 est	Ausencia	Ausencia

Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo "" dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equidermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS-QUÍMICOS					
Asocia y Grasa	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Carburo Total	mg/L	0,004	0,004	-	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	-	100 (a)
Metales Filantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material filante	Ausencia de material filante	Ausencia de material filante	Ausencia de material filante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	-	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,052	0,052	-	0,025
Nitratos (NO ₃ -N) (c)	mg/L	15	15	-	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 - 8,5	6,5 - 8,5	6,8 - 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspensivos Totales	mg/L	60	60	70	-
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoníaco Total (NH ₄ -N)	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	0,031	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	0,0022	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
Taño	mg/L	-	-	-	0,0009
Zinc	mg/L	0,001	0,001	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	-
Biológicos Profesionales					
Esteroles Polifenólicos (PCE)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	-
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (e)			

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

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃-).

(d) 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.

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

Nota 3:

- El símbolo "-" dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

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

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₄).

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	8	8,5	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,789	0,250	0,042
6	153	48,0	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,28	1,04	0,343	0,121	0,029
16	68,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,023
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
26	33,5	10,8	3,37	1,09	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,57	2,38	0,767	0,258	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		O2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Carbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Total	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt-Co	100 (b)		100 (e)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SARL)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fibratos	mg/L	1		**
Nitrato (NO ₃ -N) + Nitrito (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitrato (NO ₃ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (factor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
BIORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		O2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Aracénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berio	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
Potasio	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24

ORGÁNICOS				
Bacterias Pelicloradas				
Bacterias Pelicloradas (PCE)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,005		7
Dieldrin	µg/L	0,001		30
Endosulfán	µg/L	0,5		0,5
Endrin	µg/L	0,01		0,01
Endosulfán	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
Carbamato				
Aldicarb	µg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coffomas Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helicóntos	Huevos/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
 (b): Después de filtración simple.
 (c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.
 Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
 - Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Sierra	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEF)	mg/l	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Oxígeno Libre	mg/l	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (t)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (t)	20 (t)	20 (t)	"	"
Clorofila A	mg/l	0,008	"	"	"	"
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	"	"
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	5	10	10	15	10
Fosfatos	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 ₃) (t)	mg/l	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₄)	mg/l	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
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 Suspendedos Totales	mg/l	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
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
INORGÁNICOS						
Arqueño	mg/l	0,64	0,64	0,64	"	"
Arqueño	mg/l	0,15	0,15	0,15	0,035	0,035
Bario	mg/l	0,7	0,7	0,7	1	"
Cadmio Disuelto	mg/l	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/l	0,1	0,3	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	0,062	0,062	0,062	0,0062	0,0062
Plomo	mg/l	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
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
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hydrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
BTEX						
Benceno	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hydrocarburos Aromáticos						
Benceno/Pireno	mg/l	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antroeno	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
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCE)	mg/l	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/l	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/l	0,000013	0,000013	0,000013	"	"
Organoclorados						
Aldrin	mg/l	0,00004	0,00004	0,00004	"	"
Clordano	mg/l	0,000043	0,000043	0,000043	0,00004	0,00004
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	0,000055	0,000055	0,000055	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/l	0,000055	0,000055	0,000055	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/l	0,000035	0,000035	0,000035	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/l	0,000038	0,000038	0,000038	0,000035	0,000035



Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptocloro Epóxido	mg/L	0,000036	0,000036	0,000038	0,000036	0,000036
Lindeno	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Perflorotend (PFP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbonatos						
Alcalinidad	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0015	0,0015
MICROBIOLÓGICO						
Coformes Termotolerantes	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.
- (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitrato-N (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitrato (NO₃-).
- Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH₃).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH₃)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,00	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,58	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 20 g/kg								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,65	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,90	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,29	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 30 g/kg								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,70	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	9,70	6,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,65	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

Notas:

(*) El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

NOTA GENERAL:

- 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 valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2

- **Tabla 5.1.2. Criterios para recolección, preservación y almacenamiento.**

Parámetros	Volumen mínimo	Recipiente	Preservación con Refrigeración	Tiempo de Almacenamiento
DBO ₅	1000 ml	Polietileno o Vidrio	a 4°C	Inmediato
DQO	100 ml	Frasco de vidrio boca ancha	a 4°C, a pH<2, con H ₂ SO ₄	48 horas
Aceites y grasas	1000 ml	Frasco de vidrio boca ancha	a 4°C, a pH<2, con HCl	28 días
Coliformes Totales	500 ml	Frasco de vidrio boca ancha	a 4°C	24 horas
Coliformes Fecales	500 ml	Frasco de vidrio boca ancha	a 4°C	24 horas

Fuente: Realizado en base al Protocolo de Monitoreo de Efluentes Líquidos – MITINCI