

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Propuesta de mejora para el funcionamiento de la planta
de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD)
del distrito de Apata - Jauja**

Samy Yasmin Ramos Jimenez
Yevina Franlie Sanchez Contreras
Liz Sandra Soto Aguila

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por mantenernos con vida en estos tiempos tan difíciles a causa de la pandemia, a nuestros familiares y amigos por apoyarnos en todo momento, a la Universidad por brindarnos conocimientos e información a través de los docentes, ya que con ellos hemos podido culminar nuestra carrera universitaria satisfactoriamente.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a nuestros padres por el apoyo incondicional a cada instante, a nuestros amigos, a los ingenieros que nos brindaron sus conocimientos durante todo el trabajo de tesis.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	11
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	11
1.1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.1.2 Formulación del problema	14
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivos Generales	14
1.3. Justificación e importancia	15
1.4 Hipótesis y descripción de variables.....	16
1.4.1 Hipótesis	16
1.4.1.1 Hipótesis general	16
1.4.1.2 Hipótesis específica.....	16
1.4.2 Variables	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Antecedentes de problemas.....	18
2.2 Bases teóricas.....	21
2.3. Definición de términos básicos.....	31
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	34
3.1 Método, y alcance de la investigación.....	34
3.1.1 Métodos de la investigación.....	34
3.1.2 Alcances de la investigación.....	34

3.2 Diseño de la investigación.....	35
3.3 Población y muestra.....	35
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.4.1. Ubicación de la zona de trabajo	35
3.4.2 Equipos y materiales utilizados	37
3.4.3 Instrumentos de recolección de datos	38
3.4.4 Procedimiento	38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información	41
4.1.1 Resultados de los parámetros en el efluente	41
4.1.2.1. Análisis de los resultados del Afluente con el D.S. n.º 003-2010-MINAM que establece los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas	42
4.1.2. Análisis de las muestras tomadas en distintas unidades de la PTARD.....	46
4.1.3 Resultados del caudal de la PTAR para el análisis del diseño.....	49
4.1.4 Propuesta de Mejora para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de Apata.....	50
4.2 Prueba de hipótesis	72
4.3 Discusión de resultados.....	74
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Descargas de Aguas Residuales Domésticas sin Tratamiento</i>	13
<i>Tabla 2. Operacionalización de variables</i>	17
<i>Tabla 3. Características físicas, químicas y biológicas</i>	22
<i>Tabla 4. Contaminantes y su impacto ambiental</i>	23
<i>Tabla 5. Coagulantes utilizados en el proceso de tratamiento de aguas residuales.</i>	25
<i>Tabla 6. Resumen general de los procesos de tratamiento de aguas residuales</i>	29
<i>Tabla 7. Tipos de aguas residuales</i>	29
<i>Tabla 8. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR doméstico o municipal</i>	30
<i>Tabla 9. Ubicación de la PTARD de Apata</i>	35
<i>Tabla 10. Materiales para la toma de muestras</i>	37
<i>Tabla 11. Codificación de los puntos de monitoreo</i>	39
<i>Tabla 12. Resultados de cada parámetro en el efluente</i>	41
<i>Tabla 13. Resultados de los parámetros en cada unidad</i>	42
<i>Tabla 14. Resultado del caudal de entrada actual</i>	49
<i>Tabla 15. Caudal de diseño</i>	50
<i>Tabla 16. Tiempo de contacto de 2 minutos.</i>	54
<i>Tabla 17. Tiempo de contacto de 30 minutos.</i>	55
<i>Tabla 18. Frecuencia de operación y mantenimiento</i>	57
<i>Tabla 19. Criterios de evaluación</i>	58
<i>Tabla 20. Ponderación de criterios</i>	58
<i>Tabla 21. Puntuación de criterios</i>	59
<i>Tabla 22. Criterios y subcriterios ambientales</i>	59
<i>Tabla 23. Puntuación de las alternativas de solución</i>	60
<i>Tabla 24. Total de puntuación de las alternativas</i>	61
<i>Tabla 25. Presupuesto de bote limpiador automático</i>	65
<i>Tabla 26. Presupuesto de la aplicación</i>	65
<i>Tabla 27. Coloración y apariencia de las lagunas</i>	67
<i>Tabla 28. Cronograma de mantenimiento</i>	69
<i>Tabla 29. Cantidad de microorganismo eficaces requeridos</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Procesos de agua residual.....</i>	28
<i>Figura 2: Ubicación de la PTAR de Apata.....</i>	36
<i>Figura 3: Coordenadas UTM de la PTARD de Apata. Tomada de Google Earth.....</i>	36
<i>Figura 4: Procedimiento para la recolección de datos.....</i>	40
<i>Figura 5. Análisis del resultado de DQO.....</i>	42
<i>Figura 6. Análisis del resultado de DBO.....</i>	43
<i>Figura 7. Análisis del resultado de pH.....</i>	43
<i>Figura 8. Análisis del resultado de Temperatura.....</i>	44
<i>Figura 9. Análisis del resultado de Sólidos Totales en Suspensión.....</i>	44
<i>Figura 10. Análisis del resultado de Coliformes Termotolerantes.....</i>	45
<i>Figura 11. Análisis del resultado de Aceites y Grasas.....</i>	45
<i>Figura 12. Variaciones del parámetro de DQO.....</i>	46
<i>Figura 13. Variación del parámetro de DBO.....</i>	46
<i>Figura 14. Variaciones del parámetro de Ph.....</i>	47
<i>Figura 15. Variaciones del parámetro de Temperatura.....</i>	47
<i>Figura 16. Variaciones del parámetro de Sólidos Totales en Suspensión.....</i>	48
<i>Figura 17. Variaciones del parámetro de coliformes termotolerantes.....</i>	48
<i>Figura 18. Variaciones del parámetro de Aceites y Grasas.....</i>	49
<i>Figura 19. Tanque para la solución madre.....</i>	51
<i>Figura 20. Hipoclorito de Calcio.....</i>	52
<i>Figura 21. Cloración.....</i>	56
<i>Figura 22. Dimensiones del bote limpiador automático.....</i>	63
<i>Figura 23. Sensores del bote limpiador automático.....</i>	63
<i>Figura 24. Medidas del recolector de residuos del bote limpiador automático.....</i>	64
<i>Figura 25. Diagrama de control del bote limpiador automático.....</i>	64
<i>Figura 26. Diagrama de recepción de datos del bote limpiador automático.....</i>	64
<i>Figura 27. Ubicación de la poza de RR.SS.....</i>	68
<i>Figura 28. Volumen de las lagunas primarias.....</i>	70
<i>Figura 29. Volumen de las lagunas secundarias.....</i>	71

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Distrito de Apata (PTARD) - Jauja. El objetivo de este estudio fue plantear una propuesta de mejora para el funcionamiento de la PTARD, para ello se realizaron diferentes actividades como la inspección inicial con una ficha de observación, la medición de las diferentes unidades comparando con los planos de la PTARD, la medición del caudal, el muestreo del agua residual en los distintos puntos para realizar el análisis de los parámetros como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes Fecales, pH, Temperatura, Sólidos Totales en Suspensión, Aceites y Grasas, luego se realizó el análisis en gabinete para la selección de la mejor propuesta de acuerdo al análisis.

Como resultados se obtuvo que la causa del mal funcionamiento de la PTARD es la falta de operación y mantenimiento de las unidades como el sistema de desinfección, lo cual indica que uno de los parámetros que no cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) fueron los coliformes termotolerantes con 20 000 NMP/100, para ello se realizó un experimento sobre la cloración con dosis mínima de 10 g y máxima de 50 g. La dosis óptima fue 10 g, ya que tendrá menor costo y ayudará a disminuir los coliformes termotolerantes a 550 NMP/100.

En conclusión, es necesaria la operación y mantenimiento en cada una de las unidades y la limpieza de las lagunas facultativas con el bote limpiador automático y uso de microorganismos eficaces (ME) para la disminución del parámetro de la DBO. Por otro lado, es indispensable la cloración con la dosis óptima en el sistema de desinfección para poder disminuir los coliformes termotolerantes.

PALABRAS CLAVE: Afluente, aguas residuales, coliformes termotolerantes, efluente, lagunas facultativas, microorganismos eficaces, tratamiento.

ABSTRACT

This research was carried out in the Domestic Wastewater Treatment Plant of the Apata - Jauja District. The objective of this study was to propose an improvement proposal for the operation of the PTARD, for this different activities were carried out such as the initial inspection with an observation sheet, the measurement of the different units comparing with the plans of the PTARD, the measurement of the flow, the sampling of the residual water in the different points to carry out the analysis of the parameters such as the Biochemical Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand, Fecal Coliforms, pH, Temperature, Total Suspended Solids, Oils and Fats, then it was carried out the analysis in the office for the selection of the best proposal according to the analysis.

As a result, it was obtained that the malfunction of the PTARD was the lack of operation and maintenance of the units such as the disinfection system, which indicates that one of the parameters that does not comply with the Maximum Permissible Limits were thermotolerant coliforms with 20,000 NMP / 100, for this an experiment was carried out on chlorination with a minimum dose of 10 g and a maximum of 50 g, the optimal dose was 10 g, since it will have a lower cost and will help reduce thermotolerant coliforms to 550 NMP / 100.

In conclusion, it is necessary to operate and maintain each of the units and clean the facultative lagoons with the automatic cleaning bottle and use effective microorganisms to reduce the DBO parameter, on the other hand, chlorination with the optimal dose in the disinfection system to reduce thermotolerant coliforms.

KEYWORDS: Tributary, wastewater, thermotolerant coliforms, effluent, facultative lagoons, effective microorganisms, treatment.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las aguas residuales requieren de tratamiento para poder darles un previo reúso o disposición final, la finalidad de tratar las aguas residuales es para poder preservar el ambiente y la salud de todos los ciudadanos. Además, la escasez de recursos hídricos y la contaminación ambiental obligan a desarrollar tecnologías para diferentes actividades humanas y para que las aguas residuales sean tratadas adecuadamente. En consecuencia, se han desarrollado unas series de alternativas para descontaminar las aguas residuales domésticas. La composición del agua residual que llega a la PTARD de Apata - Jauja, es una mezcla de desechos líquidos provenientes de viviendas, establos, centros educativos y en general de la población de Apata.

La presente tesis titulada «Propuesta de mejora para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) del Distrito de Apata - Jauja», busca identificar las deficiencias de la PTARD en el tratamiento de las aguas residuales del distrito. Además, revisará el impacto que esta pueda ocasionar en el cuerpo de agua que es el Canal de Irrigación de la Margen Izquierda (CIMIRM), para lo cual se realizará una toma de muestra que se llevará al laboratorio con la finalidad de compararla con los límites máximos permisibles según el D.S. n.º 003-2010-MINAM. Los componentes son: cámara de rejillas, 2 lagunas primarias, 2 lagunas secundarias y cámara de desinfección de la PTARD, que serán evaluadas con el fin de determinar las causas de su mal funcionamiento.

El objetivo de la investigación es plantear propuestas de mejora para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Doméstica del Distrito de Apata, Jauja.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

En casi todas las actividades, las personas utilizan agua a nivel global, generando, consecuentemente, aguas residuales cuyo volumen va en aumento con el pasar de los años; así mismo, la contaminación por esta causa va incrementándose en todo el planeta. Entre los países con un promedio de ingreso alto, el 70 % trata sus aguas residuales e industriales; en tanto que los considerados de entre los de medio-alto lo hace un 38 % y de aquellos clasificados como de medio-bajo lo hacen un 8 %. A nivel mundial más del ochenta por ciento de las aguas residuales son descargadas sin recibir ningún tratamiento, causando daños a la salud humana, alterando la calidad de las aguas, los ecosistemas y la productividad económica. **(1)**

Las aguas residuales están compuestas por el 99 % de agua, y el 1 % de sólidos disueltos, suspendidos y coloidales. Las descargas de este tipo de agua sin tratar o con tratamiento inadecuado tienen como consecuencia enfermedades para la salud de los seres humanos, efectos negativos para el ambiente y repercusiones nocivas para las actividades económicas. **(2)**

Las aguas residuales domésticas son originadas en los domicilios, y provienen específicamente de instalaciones sanitarias y como producto de actividades como el lavado de utensilios, ropa, etc. El volumen que se genera se relaciona directamente con la educación y costumbres de cada habitante. **(3)**

Debido a los altos niveles de contaminación de las aguas es que se requiere plantas de tratamiento que llevan a cabo una serie de pasos básicos como son el pretratamiento, teniendo como propósito remover los objetos grandes. La disposición primaria tiene el objetivo de sedimentar las partículas sólidas; la finalidad del tratamiento secundario es la digestión biológica y el último paso es el tratamiento terciario, donde se realiza la desinfección. **(4)**

En el Perú, aproximadamente 142 litros de aguas residuales son generadas por habitante cada día, haciendo un total de 2 217 946 m³/día, que desembocan en una red de alcantarillado perteneciente a diversas Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento; de todas las aguas residuales que se generan solo el 32 % recibe tratamiento. (5)

Del total de las PTAR en el Perú, son pocos los proyectos que han sido exitosos, puesto que las Empresas Prestadoras de Servicio (EPS) como la del Mantaro S. A. C. - Jauja no han descubierto aún el gran potencial socioeconómico de las aguas tratadas; consecuentemente, existen numerosas actividades de operación y mantenimiento para los trabajadores. Por otro lado, las EPS no asumen su misión de proteger al ambiente, resultando así la contaminación de los cuerpos de agua debido a las grandes descargas de aguas residuales que no han sido tratadas adecuadamente. (6)

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) recolectó información acerca de la infraestructura, operación, mantenimiento y eficiencia del tratamiento de las aguas residuales, mediante formatos enviados por las EPS entre mayo y agosto del 2013. La segunda etapa tuvo lugar entre octubre de 2013 y mayo de 2014, para verificar los 204 PTAR se hizo visitas al campo, las cuales permitieron ver en qué estado actual se encuentran, resultando 163 en operación, 32 en construcción y 9 paralizadas. (7)

Con respecto a la infraestructura de las PTAR, algunas no contaban con tratamiento preliminar (desarenadores y rejillas), ni contenían medidores de caudal para el afluente y el efluente, y se encontró fallas en la construcción. En la operación, en el 50 % del material de las PTAR existían lodos, que debían ser removidos frecuentemente o reutilizados en actividades agrícolas y el otro 50 % tenía una sobrecarga orgánica; además de no contar con manuales de operación y mantenimiento. Por otro lado, su personal no estaba capacitado, ni tenían el equipamiento necesario para realizar sus funciones como la limpieza en cada proceso de la planta. (7)

En el «Anuario de Estadísticas Ambientales 2020» elaborado por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), se muestra la cantidad de aguas residuales domésticas que no reciben tratamiento en la región Junín, como se ve en la Tabla 1. (8)

Tabla 1. Descargas de Aguas Residuales Domésticas sin Tratamiento

JUNÍN	
Año	Cantidad (m³)
2015	27 071 848
2016	28 407 427
2017	29 533 345
2018	29 428 215
2019	29 423 042

Nota: Tomado del INEI 2020 (8)

En el distrito de Apata se construyó una PTARD aproximadamente hace 5 años, esta cuenta con 01 cámara de rejillas, 02 lagunas primarias, 02 lagunas secundarias y un sistema de desinfección. Hasta la fecha se ha realizado ningún monitoreo de los diferentes parámetros y del caudal. La PTARD no tiene un funcionamiento adecuado ni mantenimiento porque hay presencia de malos olores, animales muertos en las lagunas y proliferación de moscas; en consecuencia, se están vertiendo aguas residuales al Canal de Irrigación de la Margen Izquierda del Río Mantaro (CIMIRM) sin un buen tratamiento. Es por ello que se plantea realizar una propuesta de mejora teniendo en cuenta el diagnóstico y la evaluación en cada componente de la PTARD.

1.1.2 Formulación del problema

a) Problema General

- ¿Cuál será la propuesta de mejora para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) del Distrito de Apata-Jauja?

b) Problemas Específicos

- ¿Todos los parámetros evaluados cumplen con los LMP del D.S. n.º 003-2010-MINAM?
- ¿Cada unidad de la PTARD está cumpliendo con su funcionamiento?
- ¿La PTARD ha sido correctamente diseñada teniendo en cuenta el tiempo y espacio?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

- Plantear la propuesta de mejora para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Doméstica del Distrito de Apata - Jauja.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar qué parámetros evaluados cumplen con los LMP del D.S. n.º 003-2010-MINAM qué unidades de la PTARD cumplen con su funcionamiento.
- Evaluar qué unidades de la PTARD cumplen con su funcionamiento.
- Evaluar si la PTARD ha sido correctamente diseñada teniendo en cuenta el tiempo y espacio.

1.3. Justificación e importancia

Ambiental

La contaminación del agua es uno de los más grandes problemas ambientales, es por ello que en la actualidad, las aguas servidas del Distrito de Apata van a su Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas para ser debidamente tratadas y no contaminar el cuerpo receptor que es el canal de riego, pero la PTARD está presentando deficiencias en su funcionamiento ya que dentro y fuera de algunos de sus componentes se encontró perros y ratas muertas, también crecida de pastos y acumulación de residuos sólidos, en consecuencia hay malos olores, proliferación de zancudos y mosquitos. Además, las aguas del canal son empleadas para regar los sembríos como el maíz, papa, alfalfa y entre otros. Es por ello que se plantea realizar propuestas de mejora para el funcionamiento de la PTARD.

Económico

Esta investigación ayudará a que el personal encargado del área tenga un mejor alcance de la PTARD, para ello se realizará un análisis de muestras en diferentes puntos, para conocer los valores de los diferentes parámetros (pH, Temperatura, Sólidos Suspendidos Totales, Aceites y Grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Coliformes Fecales o Termotolerantes). También se realizará la evaluación de cada componente de la PTARD para determinar si cumplen o no con su funcionamiento y presentar una propuesta de mejora de acuerdo al resultado, esto evitará que se hagan gastos innecesarios probando soluciones sin ninguna evaluación anterior, como en el caso de microorganismos eficaces, que han sido usados en la PTARD sin que haya habido alguna mejora en su funcionamiento.

Social

Esta investigación contribuirá a que los pobladores que tienen terrenos y cuentan con sembríos de maíz, papa, entre otros, alrededor de la PTARD mejoren sus relaciones con el personal encargado del Área de Subgerencia de Medio Ambiente y Servicios Públicos de la Municipalidad Distrital de Apata. Además, ayudará a disminuir la proliferación de zancudos y mosquitos que pueden generar malestares como dolor de cabeza, dolores

musculares y articulaciones, vómitos, fiebre, diarrea, etc., afectando a la salud de la población (ancianos, adultos, niños y bebés) del lugar.

Importancia

Este trabajo de investigación plantea propuestas de mejora para el funcionamiento de la PTARD, realizando su diagnóstico actual lo cual permitirá que el efluente cumpla con la normativa peruana (D.S n.º 003-2010-MINAM), además de no impactar el cuerpo receptor que es el canal de riego; y en consecuencia evitará problemas ambientales y a la salud de los pobladores.

1.4 Hipótesis y descripción de variables

1.4.1 Hipótesis

1.4.1.1 Hipótesis general

Hi: La propuesta de mejora para el funcionamiento de la PTARD es el mantenimiento, aplicación de cloración y uso de ME.

Ho: La propuesta de mejora para el funcionamiento de la PTARD no es el mantenimiento, aplicación de cloración y uso de ME.

1.4.1.2 Hipótesis específica

Hi: La cloración en el tratamiento final influye significativamente en la disminución de coliformes termotolerantes en el efluente.

Ho: La cloración en el tratamiento final no influye significativamente en la disminución de coliformes termotolerantes en el efluente.

Hi: El uso de microorganismos eficaces en las lagunas facultativas influye significativamente en la disminución de los parámetros.

Ho: El uso de microorganismos eficaces en las lagunas facultativas no influye significativamente en la disminución de los parámetros.

1.4.2 Variables

✓ **Variable Dependiente:**

Funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Distrito de Apata.

✓ **Variable Independiente:**

Propuesta de mejora para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Distrito de Apata.

Tabla 2. Operacionalización de variables

Tipo de variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida	Tipo de variable	Escala de medición	
Dependiente	Funcionamiento de la PTARD - Apata	Es cuando todo el sistema está funcionando de manera correcta	Evaluación del funcionamiento de la PTARD - Apata	Fallas encontradas en la PTARD	%	Cuantitativa	Razón
Independiente	Propuesta de mejora para la PTARD - Apata	Son ideas que ayudarán a que la PTARD funcione	Planteamiento de la propuesta de mejora para la PTARD - Apata	Mejoras de cada unidad de la PTARD - Apata	%	Cuantitativa	Razón

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de problemas

Internacional

En la tesis titulada «DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE MEJORA EN LOS COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL MUNICIPIO DE BUENAVISTA BOYACÁ». Dicha investigación tiene por objetivo plantear algunas mejoras en los diferentes componentes de la PTAR. Para ello se hicieron revisiones bibliográficas, reconocimientos y dimensionamientos de las unidades de la planta de tratamiento. Además, se realizó el análisis de algunos parámetros como pH, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos volátiles, oxígeno disuelto, DBO y DQO para poder caracterizar el agua residual, teniendo como conclusiones que algunos de los parámetros evaluados están por encima de los LMP establecidos en la norma de la calidad de agua, por lo cual se rediseñó algunas estructuras. También, la remoción de materia tiene baja eficiencia debido a las fallas en los equipos, el poco mantenimiento y el bajo conocimiento del personal en la operación de la PTAR. **(9)**

En el artículo titulado «PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE YAGUACHI (ECUADOR)». La contaminación del agua, se da cuando se introducen microorganismos patógenos, materia orgánica, sólidos y sustancias tóxicas, perjudicando su calidad y afectando el equilibrio de los ecosistemas. Los tratamientos de los procesos biológicos se realizan a través de las lagunas de estabilización, ya que hay una amplia experiencia del uso de esta tecnología en los países latinoamericanos. Por otro lado tiene bajo costo inicial y de operación, es sencillo y hay una mínima capacitación del personal encargado de su funcionamiento. El resultado para la reducción de las cargas contaminantes fue de 82 % para la DBO y 99,99 % para los coliformes fecales o termotolerantes. **(10)**

En el artículo titulado «PROPUESTA DE MEJORAS EN SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA REFINADORA DE ACEITE DE SANTIAGO DE CUBA». Para determinar la propuesta de mejoras que pueda disminuir la carga contaminante biológica, se calculó el flujo residual generado por cada componente, también realizaron ocho muestras que fueron tomadas en las fuentes y a lo largo del sistema de evacuación, los parámetros analizados fueron: aceites y grasas, nitrato, fosfato, coliformes termotolerantes, coliformes totales y DBO. Por otro lado, se calculó la carga contaminante y se realizó una propuesta del sistema de tratamiento. Teniendo como resultado que los parámetros analizados como la DBO y aceites y grasas, se encontraron en cantidades fuera de la norma, para ello se propuso una mejora en el sistema de tratamiento que incluye tanque séptico, separador mecánico, filtros percoladores, y lagunas aerobias y anaerobias. **(11)**

Nacional

El trabajo de tesis titulado «PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN LA EFICIENCIA DE LA PTAR CHILPINA, SOCABAYA – AREQUIPA». Esta investigación tiene por objetivo elaborar propuestas de mejora para la eficiencia de la PTAR Chilpina. La PTAR Chilpina no funciona correctamente, causando gran impacto económico, ambiental y social en esta zona, esta agua se usa para el regadío de plantas de tallo bajo y pastos por parte de los propietarios de la Comunidad Campesina Pampas Viejas de Socabaya. Se realizaron análisis de los componentes de la PTAR y ensayos de laboratorio de aguas residuales, análisis físico, químico, microbiológicos en el afluente y efluente. De acuerdo a los resultados obtenidos se hará un rediseño de las unidades para mejorar la eficiencia de remoción de la carga orgánica y coliformes termotolerantes. También, se hizo un análisis y diagnóstico ambiental de los efectos de la propuesta de mejoramiento de la PTAR Chilpina. Se llegó a las siguientes conclusiones: El cambio de la unidad hidráulica tanque Imhoff a Rafa y rediseño de los biofiltros, estas ayudarán a obtener una eficiencia teórica de casi 95 %. También se analizó su importancia sobre la agricultura, ya que se regaban 187 hectáreas de la zona y esto beneficia a más de 300 agricultores que actualmente están vendiendo sus terrenos. **(12)**

El trabajo de tesis titulado «PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LOCALIDAD DE PALLANCHACRA - PASCO – 2018». Dicho trabajo tiene como objetivo plantear una propuesta de mejora para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la localidad de Pallanchacra - Pasco. Esta investigación es de tipo aplicado y de un diseño no experimental con enfoque cuantitativo. De acuerdo a los resultados obtenidos de la PTAR, se señala que el sistema no está funcionando de una manera eficiente, ya que las remociones están muy por debajo de los LMP. Primeramente, el flujo de las aguas residuales es ingresado a un pretratamiento (rejas gruesas, finas, desarenador, canal *Parshall*), pasando al tratamiento primario (tanque *Imhoff*, filtro percolador, sedimentadores), ingresando luego al tratamiento secundario (degradación de M.O.) y al final a la cámara de contacto para ser tratada, los lodos que se generan en cada tratamiento son trasladados a un lecho de secado, para luego ser transportados al relleno sanitario o para abono de los cultivos. (13)

Local

El trabajo de tesis titulado «MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN LA PTAR DEL DISTRITO DE HUACHAC – CHUPACA». Tiene por objetivo mejorar la eficiencia de remoción de materia orgánica y coliformes termotolerantes. Para ello se ubicó dos puntos de monitoreo donde el primer punto fue al ingreso del agua residual cruda y a la salida de la laguna secundaria, la toma de muestra de agua residual se realizó periódicamente (mayo, julio, septiembre, noviembre y enero) y los parámetros que se monitorearon fueron coliformes termotolerantes, DBO, DQO, pH y temperatura. La cantidad mínima de muestra para el pH y Temperatura fue 250 mL con un tiempo de almacenamiento de 15 minutos; DBO fue de 1 000 mL, con un tiempo de almacenamiento de 48 horas. DQO fue 100 mL, con un tiempo de almacenamiento de 28 días y de coliformes termotolerantes fue de 100 mL con un tiempo de almacenamiento de 24 horas. La muestra del pH y la temperatura se midieron inmediatamente, la del DBO y coliformes termotolerantes se refrigeró a $< 6\text{ }^{\circ}\text{C}$, la del DQO se agregó H_2SO_4 y se refrigeró a $< 6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se evaluó cada componente mediante la revisión de los diseños en el expediente y se rediseñó la instalación de la rejilla con un mantenimiento rutinario y la remoción periódica de natas y sólidos flotantes para el monitoreo. Finalmente, la eficiencia de la remoción de

MO y coliformes termotolerantes obtuvo los valores de 84,2 % de DBO, 86,3 % de DQO y 77,3 % de coliformes termotolerantes. (14)

El trabajo de tesis que tiene como título «PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UTILIZANDO FILTROS PERCOLADORES - LODOS ANAERÓBICOS ECOLÓGICOS PARA HUANCAYO – JUNÍN». propone el diseño eficiente de una planta de tratamiento de aguas residuales utilizando filtros percoladores con lodos anaeróbicos ecológicos, con la finalidad de reducir al máximo la contaminación, se realizó la toma de muestras de forma aleatoria en un frasco de vidrio de 1 mL, también se identificaron datos de la población futura y del caudal de contribución para obtener datos de diseño de las unidades del pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario. Se propuso tres diseños de plantas de Tratamiento para un caudal a futuro de 353,72 L/s considerando una población de 117 907 habitantes. La investigación será tomada como guía si el mejoramiento de PTAR tiene lugar con el rediseño. (15)

2.2 Bases teóricas

- **Aguas residuales:** Estas aguas se originan por la modificación de la actividad humana, para ello se tiene que realizar un tratamiento previo, para luego desembocar a un cuerpo natural o aun sistema de alcantarillado. (16)
- **Caudal:** Es la cantidad de agua que lleva una corriente. También es el volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado ($Q=V/t$)
- **Caudales de diseño:** Es la suma de los caudales máximo horario, infiltración y las conexiones erradas. (17)
- **Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR):** Es un conjunto de obras, procesos e instalaciones para tratar las aguas residuales. Tiene la finalidad de remover contaminantes del agua. Las PTAR se diseñan para minimizar problemas ocasionados al ambiente, a la salud humana, etc. También para que los efluentes cumplan con los LMP. (18)

Características de las aguas residuales: Las aguas residuales tienen propiedades físicas, químicas y biológicas. Entre las características principales se encuentran: **(19)**

Tabla 3. Características físicas, químicas y biológicas

Características	Descripción
Color	El origen de la contaminación. Agua residual reciente color gris y cuando envejece gris oscuro o negro.
Olor	Cuando producen gases por la descomposición de la materia orgánica. Tiene un olor desagradable.
Sólidos Totales	Materias que quedan como residuo a la evaporación a 103 - 105 °C.
Agentes tensoactivos	Disminuye la tensión superficial del agua y ayuda a la formación de espumas.
Aceites y Grasas	Son difíciles de biodegradar, provienen de hidrocarburos y causan problemas en la actividad biológica.
Ph	Es la medida de la concentración de ion hidrógeno, cuando el pH es alto significa que es alcalino.
Metales Pesados	En gran cantidad interferirá en la toxicidad.
Turbiedad	Es una medida de los materiales que se suspenden en el agua, es un factor que controla la calidad del agua.

Nota: Tomada de «Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa Somos K S. A.». **(19)**

Algunos contaminantes que se encuentran en el agua y modifican su composición son: metales pesados (trazas de manganeso, cadmio, cobre, mercurio, hierro, plomo y níquel), aceites y grasas (compuestos de oxígeno, hidrógeno y carbono flotantes en el agua residual), tensoactivos (moléculas orgánicas solubles en agua). **(19)**

Contaminantes del agua residual: hay diversos tipos de contaminantes en el agua de acuerdo a la actividad realizada, los cuáles no deben sobrepasar los LMP para que el líquido elemento pueda ser vertido o reusado. **(19)**

Tabla 4. Contaminantes y su impacto ambiental

Contaminantes	Impacto Ambiental
Materia orgánica biodegradable	Pérdida de oxígeno del agua y generación de olores desagradables.
Materia suspendida	Causa turbiedad en el agua y se depositan lodos.
Materiales tóxicos	Peligro para la vida animal y vegetal.
Sales inorgánicas	Limita el agua para usos agrícolas e industriales.
Iones hidrógeno	Gran riesgo para los organismos que viven en el agua.
Sólidos inorgánicos disueltos	Es necesario que sean removidos para que el agua sea reusada.

Nota: Tomada de «Propuesta de mejora del sistema de Tratamiento de aguas residuales de la empresa Somos K S. A.» (19)

- **Procesos de tratamiento de Aguas Residuales**

1. Pretratamiento de Aguas Residuales: Este tipo de método engloba a aquellos procesos que están a la entrada y cumple con el propósito de eliminar residuos sólidos, arenas y grasas. Si este proceso no se lleva a cabo, dañaría mecánicamente los equipos de las siguientes fases y puede causar dificultades de operación y mantenimiento. Este proceso también es conocido como la etapa inicial de un sistema de tratamiento donde se lleva a cabo la remoción de sólidos gruesos y finos.

Cribado: El cribado se realiza mediante una rejilla, dicha operación consiste en retener los sólidos que arrastra el agua residual que llega a la planta de tratamiento. La rejilla o criba es un material que tiene aberturas de manera uniforme y puede ser fina o gruesa; las primeras retienen sólidos finos y las segundas retienen sólidos gruesos. Estas últimas tienen rejillas iguales o mayores a 0,64 cm y las finas poseen aberturas menores a 0,64 cm. Las rejillas gruesas son usadas en el tratamiento de aguas residuales para proteger bombas, válvulas, tuberías y equipos causados por trapos, tarros, y objetos grandes. Debe existir una placa de drenaje en la parte superior de la rejilla que permita la salida de los materiales removidos. (19)

Separadores de grasa: Esta es una cámara de flotación, donde la grasa emerge a

la superficie libre de agua y es concentrada. Los materiales retenidos en la superficie de los tanques separativos son: grasas, aceite, jabón, corchos, pedazos de madera, pieles de fruta y residuos vegetales que son generados en las viviendas. Las sustancias con menor densidad aparente se separan por flotación. **(19)**

- 2. Tratamiento Primario de Aguas Residuales:** En este proceso se eliminan los sólidos que están suspendidos en el agua, organismos patógenos y materia orgánica a través del proceso de sedimentación. El agua es preparada para el tratamiento secundario. El tratamiento primario remueve la DBO5 de 30 a 40 % y los sólidos suspendidos a un 60 %.

Neutralización: La reacción entre una base y un ácido se denomina neutralización. En este proceso al agua se agrega un alcalino a un ácido, lo cual permite obtener un pH próximo a 7,0. Esto aumenta cuando el agua no es lo suficientemente alcalina para reaccionar con el coagulante. El pH es muy importante para controlar la corrosión y para los sistemas de reacciones químicas. La neutralización es la reacción de soluciones con hidróxidos activos o iones hidrógenos para formar sales neutras y agua. Casi todas las fases de tratamiento de aguas residuales requieren un ajuste de pH, ya que este perjudica los procesos de tratamiento. Este tratamiento se lleva a cabo en aguas residuales de tipo ácido que contienen metales. **(19)**

Homogenización: En este proceso se utilizan agitadores mecánicos como paletas que aseguren la turbulencia para utilizar el régimen circular. Con este trabajo se logra regular el caudal de las aguas residuales, la carga de DQO y de sólidos en suspensión. Se lleva a cabo en tanques de homogenización que deben ser agitados. Si se realiza la homogenización se logra mejorar las características de agua como el equilibrio del pH. También optimiza la sedimentación, filtración y finalmente ayuda al control de la dosificación. El proceso de mezclado se puede realizar con distintos instrumentos mecánicos como: hélice, anillo y cuchilla y mezcladoras como: paleta, barra cruzada, discopala y espiral. **(19)**

Coagulación: El proceso de coagulación consiste en añadir aditivos químicos al agua residual con el propósito de transformar alguna materia no sedimentable en materia sedimentable. Se clasifica en coagulantes inorgánicos y orgánicos. Los factores que intervienen en la coagulación son las sales disueltas, dosis de coagulante, pH, la temperatura del agua y la mezcla. (19)

Tabla 5. Coagulantes utilizados en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

Producto químico	Fórmula
Sulfato férrico	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
Cloruro férrico	FeCl_3
Cal	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
Sulfato de hierro	FeSO_4
Sulfato de alúmina	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Nota: Tomada de «Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa Somos K S. A. (19)

Floculación: Es el proceso donde se agrega aditivos químicos al agua residual con el objetivo de ayudar a sedimentar la materia coloidal no sedimentable. Al utilizar estos aditivos se aumenta la rapidez de la sedimentación por la formulación de flóculos. La mezcla debe hacerse con mucho cuidado y concentración para que los flóculos tengan un tamaño adecuado y puedan sedimentarse con mayor rapidez. Si la agitación es fuerte los esfuerzos cortantes que se generan van a romper el flóculo en pequeñas partículas. El tiempo de retención varía entre 5 y 30 min para la floculación.

Sedimentación: Este proceso consiste en la separación de partículas que se encuentran suspendidas, las cuales son más pesadas que el agua, mediante el proceso de gravedad. La sedimentación tiene la función principal de producir agua clarificada con turbiedad mínima, por lo general de 10 UNT (unidades nefelométricas de turbidez), para una filtración posterior efectiva. Para lo cual se requiere un tanque de sedimentación o decantación donde fluyan lentamente las aguas residuales. Para el rendimiento de los tanques de sedimentación deben

considerarse los siguientes factores: periodo de retención, características de las aguas residuales, limpieza, temperatura, tamaño de las partículas, variaciones en el caudal, velocidad y densidad de las partículas. **(19)**

- 3. Tratamiento secundario de Aguas Residuales:** En este tratamiento se elimina contaminantes que no fueron removidos con la sedimentación primaria y también la materia biodegradable. Este proceso lo realizan microorganismos que se proveen de materia orgánica contaminante que se halla en forma coloidal o disuelta. Se remueve la DBO soluble, aproximadamente el 85 % de sólidos suspendidos y DBO5.

Los tratamientos biológicos son: **(18)**

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas es oxidada por microorganismos, y son estos microorganismos los que requieren de oxígeno para realizar la función de oxidar. La DBO es el parámetro que más se utiliza para evaluar la calidad de las aguas superficiales y residuales. También con el propósito de conocer la cantidad de oxígeno que se necesita para equilibrar biológicamente la materia orgánica del agua. **(20)**

Demanda química de oxígeno (DQO): Con este parámetro se puede medir la cantidad de oxígeno que equivale a la materia orgánica oxidable, a través de un agente químico oxidable. Además, sirve como parámetro de concentración orgánica en aguas municipales o industriales perjudiciales a la vida biológica y se puede realizar en solo 3 horas. **(20)**

Lodos activados: Son una masa floculenta de materia orgánica muerta, microorganismos y materiales inorgánicos. La superficie de estos, tiene la propiedad de la absorción de materiales suspendidos y coloidales. El sistema depende de elementos como el efluente donde se realiza la descarga, el tipo de agua residual que se va a tratar, los recursos económicos, el espacio con el que se cuenta y las facilidades para realizar futuras mejoras satisfaciendo las necesidades. **(20)**

Laguna facultativa primaria: Recibe el agua residual cruda y es en dónde se estabiliza la materia orgánica, se remueve los sólidos sedimentables y se reduce los organismos patógenos. Cuando hay algas en cantidades adecuadas se puede lograr el funcionamiento de la fase aeróbica, puesto que son las encargadas de producir oxígeno molecular para que las bacterias realicen una buena oxidación química. El parámetro más utilizado para evaluar las condiciones de trabajo de la laguna y su comportamiento es la demanda bioquímica de oxígeno. **(21)**

Laguna facultativa secundaria: Es la que recibe el efluente de la laguna primaria para mejorar su calidad tanto en la composición de la materia orgánica como en los microorganismos patógenos. **(21)**

- 4. Tratamiento terciario de aguas residuales:** En este tratamiento se tiene como propósito eliminar la carga orgánica residual y otros contaminantes que no fueron removidos en el tratamiento secundario. Estos pueden ser fósforo y nitrógeno. Hay distintos métodos como tratamiento terciario los cuales son: filtración, destilación, coagulación, ósmosis inversa y desinfección entre otros. Esta operación es realizada para evitar la contaminación de los cuerpos de aguas receptoras. Si la carga orgánica es muy elevada, aún después del tratamiento secundario, las aguas presentan valores altos de DBO y DQO, es por eso que es necesario este tratamiento para que las aguas sean reusadas. **(19)**

Filtración: Es el proceso de división de sólidos del agua residual por un medio más o menos poroso donde se retienen, y que permite el paso del líquido. En este proceso se elimina material no sedimentable, sólidos, virus, metales pesados, fósforo, turbiedad. Además, para llevar a cabo la filtración se hace uso de distintos tipos de filtros que dependen de la calidad del agua y sus diversos contaminantes. **(19)**

Los sistemas de filtración son de distintas formas y se pueden clasificar como sigue:
Filtración rápida: Se lleva a cabo cuando la mayor parte del espesor de medio filtrante está activo para el proceso de filtración y su calidad mejora con la profundidad.

Filtración lenta: Primero se acondiciona el filtro que dura de 4 a 7 días para formar una película biológica encima de la arena.

Desinfección: Principalmente, el proceso de desinfección tiene el propósito de eliminar las bacterias y virus que se encuentran en las aguas residuales, se realiza este tratamiento antes de realizar la exposición final. Consiste en la destrucción selectiva de los organismos causantes de enfermedades, debido a que todos los organismos se destruyen durante el proceso de tratamiento.

En el proceso de tratamiento del agua residual se utilizan diversos agentes químicos como: cloro y sus compuestos, bromo, yodo, ozono, fenol, compuestos fenólicos, metales pesados, alcoholes, y compuestos afines, colorantes, jabones y detergentes sintéticos, diversos álcalis o ácidos. El cloro debe poderse aplicar en dos etapas en caso de ser necesario, antes del tanque de sedimentación secundaria y después de este. (19)

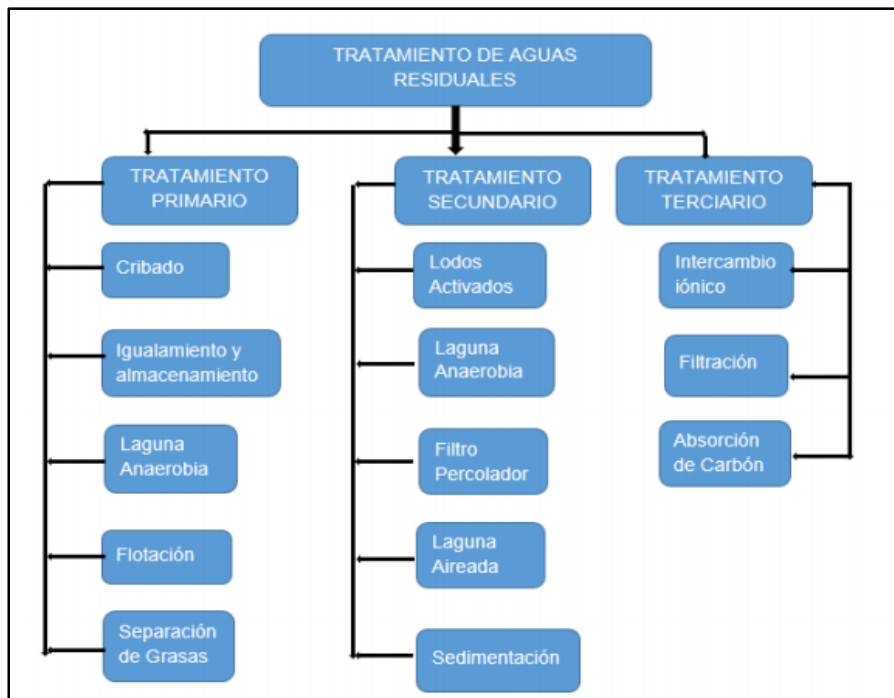


Figura 1: Procesos de agua residual. Tomada de «Diagnóstico, evaluación y planteamiento de mejora en los componentes de la Planta de Aguas Residuales en el Municipio de Buenavista de Boyacá» (20).

Tabla 6. Resumen general de los procesos de tratamiento de aguas residuales

Niveles y procesos de tratamiento de aguas residuales		
Nivel	Descripción	Tratamiento
Preliminar	Remueve materiales como trapos, ramas, plásticos, etc.	Rejas, desarenador, tanques de homogenización, trampas de grasa.
Primario	Remueve sólidos orgánicos e inorgánicos, para disminuir la carga orgánica	Sedimentador, tanque Imhoff, tanque de flotación
Secundario	Procesos biológicos con una eficiencia de remoción de DBO soluble mayor a 80 %	Lodos activados, filtros percoladores, lagunas de estabilización.
Terciario	Remueve sólidos suspendidos	Microfiltración, cloración, oxidación química, nitrificación

Nota: Tomada de «Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del Distrito de Alto Inambari - Sandia» (22).

- **Tipos de Aguas Residuales:** Existen diferentes formas de denominar a las aguas residuales, las cuales se detallan en la siguiente tabla. (22)

Tabla 7. Tipos de aguas residuales

Tipos de agua	Definición	Características
Agua residual doméstica	Generadas de las diferentes actividades de las viviendas	Las concentraciones de los contaminantes son moderadas.
Agua residual municipal	Son las aguas que se transportan por el sistema de alcantarillado de la población	Compuesta por nutrientes, patógenos, materia orgánica, etc.
Agua residual industrial	Producidas por las descargas de las industrias.	La composición depende del tipo de industria.
Agua negra	Contiene heces y orina.	Alto contenido de patógenos, nutrientes.
Agua amarilla	Es la orina que se transporta.	—
Agua café	Contiene poca cantidad de orina y heces.	Bastante contenido de residuos, hormonas, patógenos y nutrientes.
Agua gris	Proviene de duchas, lavamanos y lavadoras.	Contienen máxima carga de detergentes y productos.

Nota: Tomada de «Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del Distrito de Alto Inambari - Sandia» (22).

- Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales DECRETO SUPREMO n.º 003-2010-MINAM

Tabla 8. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR doméstico o municipal

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
Ph	unidad	6,5 - 8,5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	< 35

Nota: Tomada del DECRETO SUPREMO n.º 003-2010-MINAM

2.3. Definición de términos básicos

Afluente: Es aquella agua o líquido que ingresa a un proceso de tratamiento. (23)

Agua residual: Agua usada por una industria o población que tiene materia orgánica o inorgánica en suspensión o disuelta. (23)

Agua residual doméstica: Agua originada del uso doméstico, institucional y comercial. Estas contienen desechos fisiológicos y otros causados por la actividad humana.

Aguas servidas: Aguas residuales que resultan del lavamanos, tinas de baño, lavaplatos, duchas y otros que no incluyen materias fecales.

Bacterias: Organismos unicelulares microscópicos que tienen división binaria y cromosoma bacteriano único y ayuda a la mantener estable de la materia orgánica. (23)

Caudal pico: Es el caudal máximo en un intervalo de tiempo dado. (23)

Caudal máximo horario: Es el caudal generado en la hora máxima de descarga. (23)

Caudal medio: Es el promedio de los caudales diarios en un periodo determinado. (23)

Coliformes: Son bacterias que pertenecen a las Gram negativas de forma alargada y no esporuladas que fermentan lactosa con producción de gas a $35 \pm 0,5$ °C.

Coliformes totales: Se denominan a aquellas que tienen iguales propiedades a 44.5 ± 0.2 °C en 24 horas y conocidas también como coliformes termotolerantes. (23)

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Es el total de oxígeno que requieren los microorganismos para poder degradar la materia orgánica en condiciones de temperatura y tiempo específicas que son generalmente 20 °C y 5 días. (23)

Demanda química de oxígeno (DQO): Es la cantidad de oxígeno demandando para realizar la oxidación química del agua residual, haciendo uso de los oxidantes como dicromato de potasio o sales inorgánicas de permanganato de potasio. (23)

Desinfección: Es el uso de agentes desinfectantes para eliminar los microorganismos que están en el agua. (23)

Digestión: Es la desintegración biológica de la materia contenida en el lodo lo cual genera licuefacción, mineralización y gasificación parcial. (23)

Digestión aerobia: Es la descomposición biológica de la materia orgánica presente en el lodo, pero con presencia de oxígeno. (23)

Eficiencia del tratamiento: Es la relación que existe entre la concentración removida y la concentración aplicada, para un parámetro en una planta de tratamiento. Puede expresarse en porcentajes o decimales. (23)

Efluente: Es el agua que resulta de una unidad de tratamiento. (23)

Efluente final: Agua que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales. (23)

Fósforo: Es uno de los nutrientes esenciales que necesitan los microorganismos para el crecimiento. Sin embargo, en exceso pueden causar hipereutrofización en los cuerpos de aguas. (24)

Impacto ambiental: Es el efecto resultante de una acción específica. (23)

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass): Es un organismo público regulador, creado por Decreto Ley n.º 25965. Sus funciones son garantizar la prestación de los servicios de saneamiento en condiciones de calidad en el ámbito urbano y rural con el fin de asegurar la salud de la población y la conservación del medio ambiente. (25)

Límites Máximo Permisible (LMP): Establece el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros químicos, físicos y biológicos presentes en las emisiones o efluentes que son liberados o vertidos al ambiente. Con los LMP se busca asegurar un adecuado control ambiental de las actividades económicas. (26)

Materia Orgánica: Son componentes, como partículas macroscópicas, coloides o macromoléculas disueltas que pueden generar sabor y color. (27)

Muestreo: Es la toma de muestras de volumen de un parámetro que se quiere analizar (23)

Nitrógeno: Es el nutriente esencial para las algas y el componente principal de las proteínas y bacterias que interceden en la purificación del agua residual. Puede presentarse en forma de nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal y formas oxidadas como nitratos y

nitritos. Se consideran fatales para los microorganismos responsables del Tratamiento de Agua Residual, cuando los valores de nitrógeno amoniacal son >1500 mg/L. **(24)**

Oxígeno disuelto: Es esencial en los ecosistemas acuáticos. Es indicador de la contaminación de los cuerpos hídricos. Su valor debe ser superior a 4 mg/L para asegurar la supervivencia de la mayor parte de los organismos.

Parámetro: Es un elemento de medición que forma parte del Estándar de Calidad Ambiental.

Planta de tratamiento: Infraestructura que cuenta con procesos y realiza la depuración de aguas residuales. **(23)**

Potencial de hidrógeno (pH): La mayoría de los microorganismos responsables del tratamiento de las aguas residuales se da en un rango de pH entre 6,5 y 8,5. Es un parámetro muy importante para controlar los procesos biológicos de la depuración de las aguas residuales. **(24)**

PTAR: Conjunto de instalaciones, obras y procesos para purificar las aguas residuales.

Sólidos: Estos sólidos pueden ser suspendidos (SS), disueltos (SD), volátiles (SV), orgánicos o fijos (SF). Parte de los sólidos suspendidos pueden ser sedimentables (SSed). **(24)**

Sólidos suspendidos (SS): Son aquellos que flotan en el agua y son visibles en las aguas residuales entre fondo y superficie. Pueden ser eliminados por medios mecánicos o físicos a través de métodos de sedimentación o filtración.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método, y alcance de la investigación

3.1.1 Métodos de la investigación

a) Método general o teórico de la investigación

El método de empleado en la investigación es hipotético – deductivo (28), por medio del cual, a partir de la observación de una realidad como es el tratamiento de aguas residuales, se presenta una propuesta de mejora de la PTARD, en busca de ayudar a su buen funcionamiento para obtener aguas adecuadamente tratadas que no causen problemas en el cuerpo receptor. Además, se emplea este tipo de método con la finalidad de refutar la hipótesis propuesta en el trabajo de investigación y poder deducir conclusiones.

b) Método específico de la investigación

El método específico de la investigación es de tipo teórico (28), dado que se diagnosticaron los parámetros de agua de la planta y se evaluaron los procesos, para hacer una propuesta de mejora en el funcionamiento de la PTARD.

3.1.2 Alcances de la investigación

a) Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada (28), debido a que la propuesta de mejora será realizada para que las aguas tratadas de la PTARD no contaminen el cuerpo receptor y la planta de tratamiento tenga un buen funcionamiento.

b) Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo (29), puesto que solo se va a caracterizar el actual funcionamiento de la PTARD y se planteará una propuesta de mejora.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental (29), ya que se van recolectar datos en un único momento para obtener conocimiento de las causas del mal funcionamiento de la PTARD y en consecuencia dar una propuesta de solución para su mejora.

3.3 Población y muestra

- **Población:** aguas tratadas de la PTARD de Apata
- **Muestra:** muestra puntual en la hora pico de las 8:00 a.m., ya que en las mañanas hay mayor cantidad de caudal.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Ubicación de la zona de trabajo

Tabla 9. Ubicación de la PTARD de Apata

Ubicación de la PTARD - Apata	
Provincia	Jauja
Distrito	Apata
Coordenadas UTM	Norte: 8 695 960,04 m Este: 447 638,09 m Altitud: 3 340 m. s. n. m
Departamento	Junín

Nota: Elaboración propia

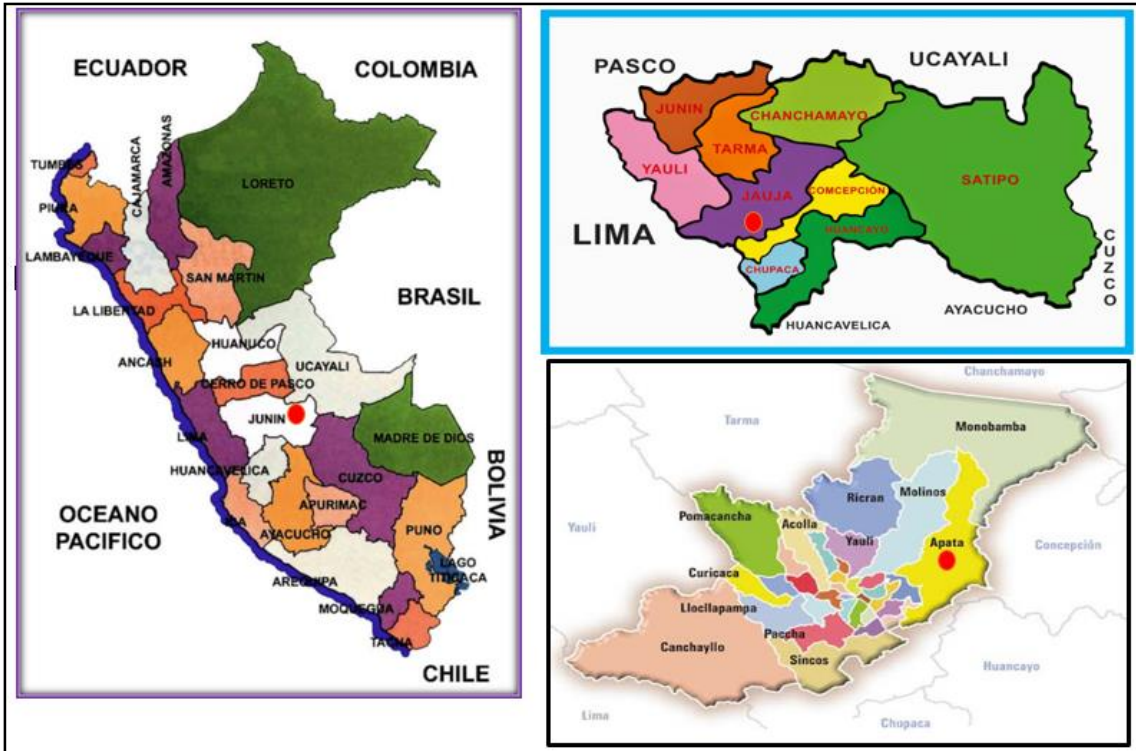


Figura 2: Ubicación de la PTAR de Apata

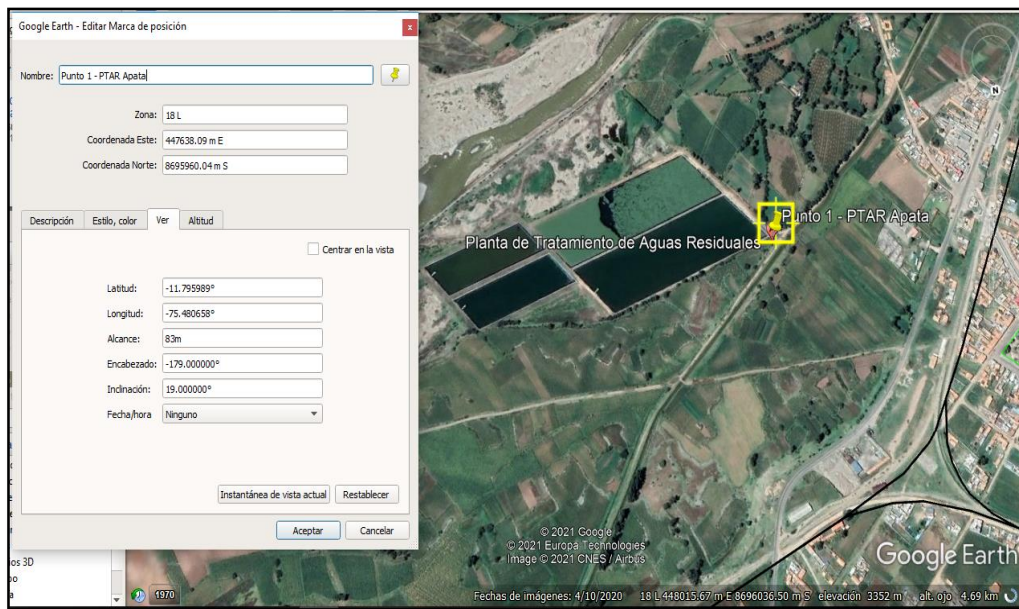


Figura 3: Coordenadas UTM de la PTARD de Apata. Tomada de Google Earth

3.4.2 Equipos y materiales utilizados

❖ Para la medición del caudal:

- Balde de 10 L
- Cronómetro

❖ Para la toma de muestra en los distintos puntos de muestreo:

- Equipos de protección personal (EPPs): guantes, cofia, mascarilla y guardapolvo
- Útiles de escritorio: lapicero y libreta de apuntes
- Cooler

Tabla 10. Materiales para la toma de muestras

Parámetro	Tipo de envase	Tamaño mínimo de muestra	Preservantes
DBO	Plástico	1 L	No requiere
Aceites y grasas	Vidrio Ámbar	500 mL	1 mL o 20 gotas de ácido sulfúrico H ₂ SO ₄
Coliformes fecales o termotolerantes	Plástico esterilizado	500 mL	No requiere
DQO	Plástico	100 mL	1 mL o 20 gotas de ácido sulfúrico H ₂ SO ₄
Sólidos Suspendidos Totales	Plástico	1 L	No requiere

Nota: Elaboración propia

❖ Para la medición de las unidades de la PTARD:

- Cinta métrica
- Cuadernos de apuntes
- Lapicero
- Planos

3.4.3 Instrumentos de recolección de datos

Para el registro de datos en campo se usaron fichas de observación, como se muestra en el Anexo 2.

Para datos iniciales de la PTARD se aplicó un cuestionario, como se muestra en el Anexo 3.

Para el muestreo de agua residual se empleó la cadena de custodia establecida por el Laboratorio de *Ambiental Laboratorio S. A. C.*, como se muestra en Anexo 4.

Para el análisis de parámetros se utilizó el informe proporcionado por el laboratorio, como se muestra en el Anexo 5.

3.4.4 Procedimiento

Descripción del permiso: Para ingresar a la PTARD del Distrito de Apata se tuvo que presentar la solicitud respectiva al encargado del Área de Medio Ambiente y Servicios Públicos, la comunicación fue por vía virtual, debido a la situación actual que estamos pasando a causa de la pandemia. El permiso para visitar a la PTARD se obtuvo de manera inmediata.

Obtención de información de la PTARD: Nos comunicamos con el encargado de la PTARD mediante una llamada telefónica, debido a la situación actual en la que estamos viviendo por el Covid-19. Para obtener información relevante, aplicamos un cuestionario con preguntas básicas que el encargado respondió gustosamente. Además, nos proporcionó planos y la memoria descriptiva de la PTARD.

Inspección inicial: Se utilizó la ficha de observación, para obtener información fidedigna en relación a cada proceso de la PTARD de Apata para ver en qué estado se encuentra. Se encontró perros muertos en las lagunas, natas, pastos, insectos, patos, etc., como se muestra en el Anexo 6.

Medición de las unidades o procesos: Para identificar cada unidad de la PTARD tuvimos que imprimir los planos que el encargado nos había brindado en formato virtual y para poder medir cada unidad se utilizó una cinta métrica, como se muestra en el Anexo 7.

Medición de Caudal: Para conocer el caudal de la PTARD se empleó un balde graduado y un cronómetro, también una libreta de apuntes con un lapicero para anotar el volumen y el tiempo. Como se muestra en el Anexo 8.

Muestreo del agua residual en los distintos puntos de la PTARD: Como primera actividad se coordinó con Ambiental Laboratorio S. A. C. para el recojo de los materiales, los cuales fueron enviados con una cadena de custodia y frascos para el muestreo dentro de un cooler.

Se sacaron muestras de agua residual en seis puntos para poder analizar los parámetros tanto de la DQO como de aceites y grasas, empleándose para tal fin el preservante (ácido sulfúrico H_2SO_4); mientras que para la DBO, sólidos suspendidos totales, Coliformes fecales o termotolerantes no se requirió ningún preservante. Las muestras sacadas fueron rotuladas tomando en cuenta el nombre del proyecto, fecha, hora y la codificación como se indica en la siguiente tabla y en el Anexo 9.

Tabla 11. Codificación de los puntos de monitoreo

n.º	Puntos de monitoreo	Código
01	Afluente	A1
02	Laguna Primaria 1	LP-1
03	Laguna Primaria 2	LP-2
04	Laguna Secundaria 1	LS-1
05	Laguna Secundaria 2	LS-2
06	Efluente	E1

Nota: Elaboración propia

Luego del rotulado, las muestras fueron acondicionadas en un cooler para ser transportadas hasta el laboratorio de análisis.

Finalmente, el análisis se llevó a cabo durante una semana. Una vez obtenidos los resultados, nos enviaron el informe vía correo electrónico.

Trabajo en gabinete:

- Se hicieron cálculos para obtener el caudal de entrada del agua residual.
- Se contrastó las dimensiones medidas en campo con las dimensiones de los planos de diseño.
- Se constataron los resultados de los parámetros analizados con los LMP del D.S. n.º 003-2010-MINAM.

Diseño de la propuesta: Para determinar una propuesta de diseño se tuvo en cuenta el análisis de los parámetros, la medición del caudal y de las unidades de PTARD. También se buscó información con la finalidad de elegir y así plantear una propuesta que ayude a mejorar en el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.



Figura 4: Procedimiento para la recolección de datos

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1 Resultados de los parámetros en el efluente

Tabla 12. Resultados de cada parámetro en el efluente

Ensayo	Resultados	Unidad	Método
	E1		
Demanda Química de Oxígeno	86,90	O2 mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-wef Part 5220 D, 23nd Ed 2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno	46,55	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-wef Part 5210 B, 23nd Ed 2017
pH	6,70	Unidad	SMEWW-APHA-AWWA-wef Part 4500-H+B, 23nd Ed 2017
Temperatura	13,5	°C	SMEWW-APHA-AWWA-wef Part 2550 B, 23nd Ed 2017
Sólidos Totales en Suspensión	89,75	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-wef Part 2540 D, 23nd Ed 2017
Coliformes Fecales	2,0*10 ⁴	NMP/100	SMEWW-APHA-AWWA-wef Part 9221 E-1, 23nd Ed 2017
Aceites y Grasas	18,80	mg/L	EPA-821-R-10-001 Method Rev B 2010

Nota: Elaboración propia

*E1: Valores actuales obtenidos a la salida de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales, los cuáles sirven para evaluar el funcionamiento de la PTARD.

Tabla 13. Resultados de los parámetros en cada unidad

Ensayo	Resultados					Unidad
	A1	LP-01	LP-02	LS-01	LS-02	
Demanda Química de Oxígeno	120,0	115,3	114,8	100,20	90,5	O2 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	72,80	50,43	58,65	50,72	7,45	mg/L
pH	6,8	7,58	6,72	6,72	6,69	Unidad
Sólidos Totales en Suspensión	100,50	95,55	80,30	78,65	95,32	mg/L
Coliformes Fecales	32* 10 ⁵	2,84* 10 ⁵	2,85* 10 ⁵	2,74* 10 ⁵	22* 10 ⁴	NMP/100
Aceites y Grasas	28,50	29,45	24,95	21,38	20,00	mg/L

Nota: Elaboración propia

4.1.2.1. Análisis de los resultados del Afluente con el D.S. n.º 003-2010-MINAM que establece los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas

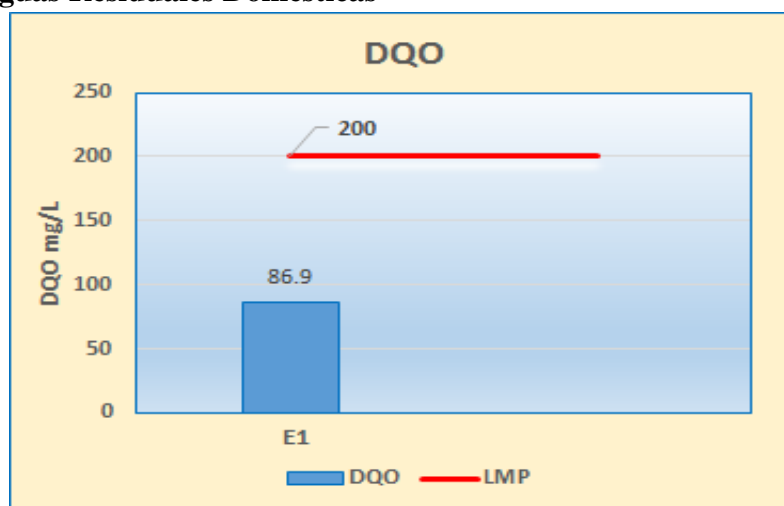


Figura 5. Análisis del resultado de DQO. Elaboración propia.

Interpretación: El valor que se obtuvo de la muestra sacada del efluente en el parámetro del DQO es 86,9 mg/L, lo cual no sobrepasa los LMP que es 200 mg/L.

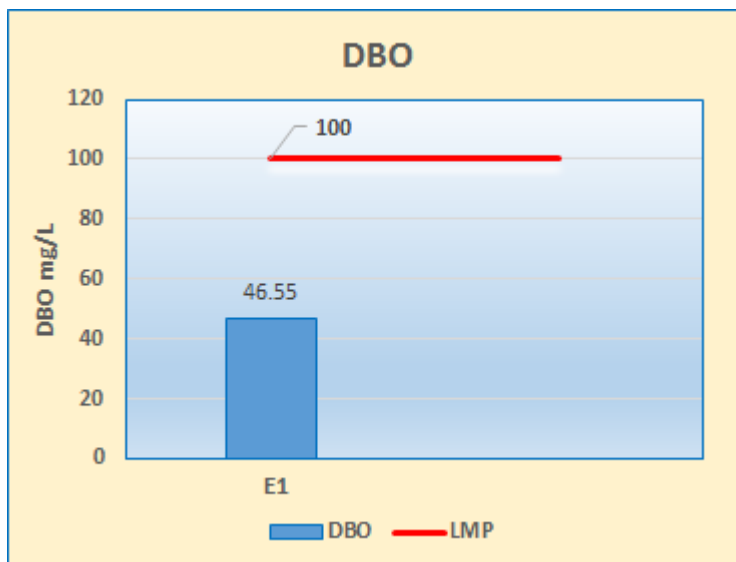


Figura 6. Análisis del resultado de DBO. Elaboración propia.

Interpretación: El resultado que se obtuvo de la muestra sacada del efluente en el parámetro del DBO es de 46,55 mg/L, lo cual no sobrepasa los LMP que es 100 mg/L.

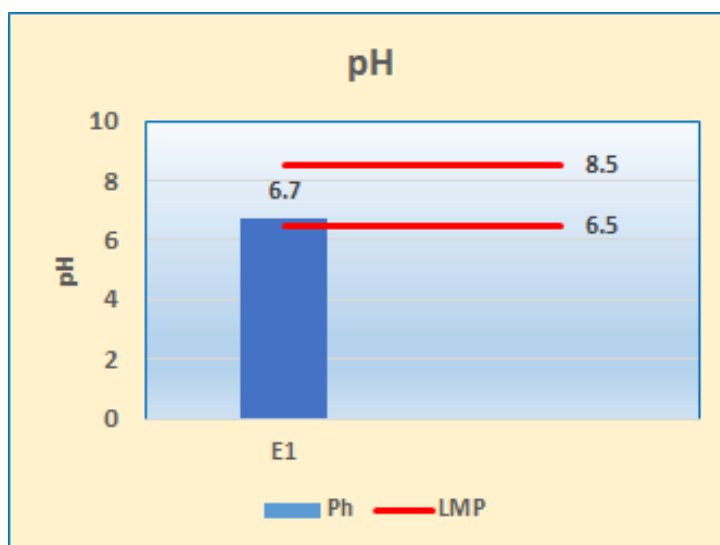


Figura 7. Análisis del resultado de pH. Elaboración propia.

Interpretación: El resultado del parámetro de pH es de 6,7, en consecuencia, se encuentra por debajo del rango permitido por los LMP que va de 6,5 a 8,5, siendo un buen resultado para el vertimiento al cuerpo receptor.

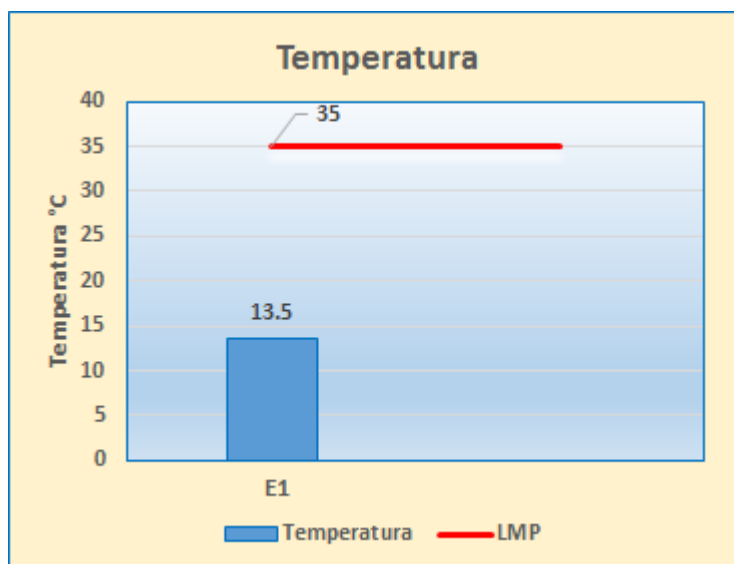


Figura 8. Análisis del resultado de Temperatura. Elaboración propia.

Interpretación: El valor que se obtuvo de la muestra extraída del efluente en el parámetro de la Temperatura es 13,5 °C, lo cual no sobrepasa los LMP que es 35 °C.

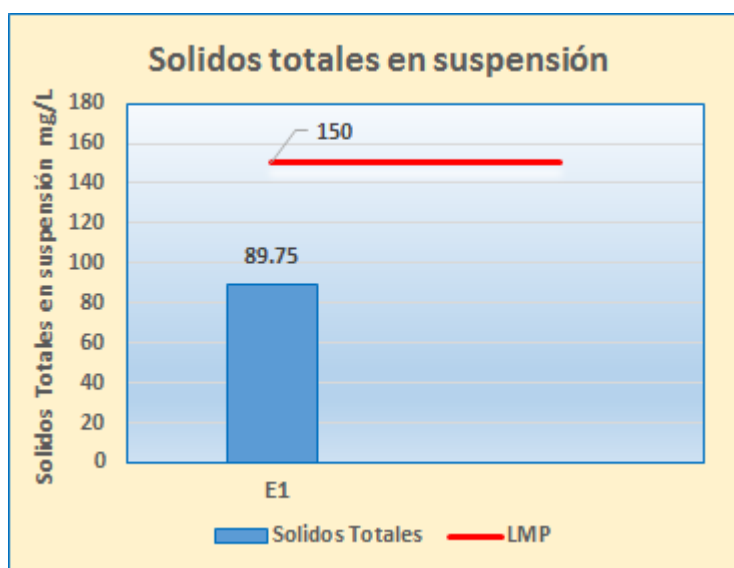


Figura 9. Análisis del resultado de Sólidos Totales en Suspensión. Elaboración propia.

Interpretación: El valor que se obtuvo de la muestra obtenida del efluente en el parámetro de Sólidos Totales en Suspensión es de 89,75 mg/L, lo cual no sobrepasa los LMP que es de 150 mg/L.

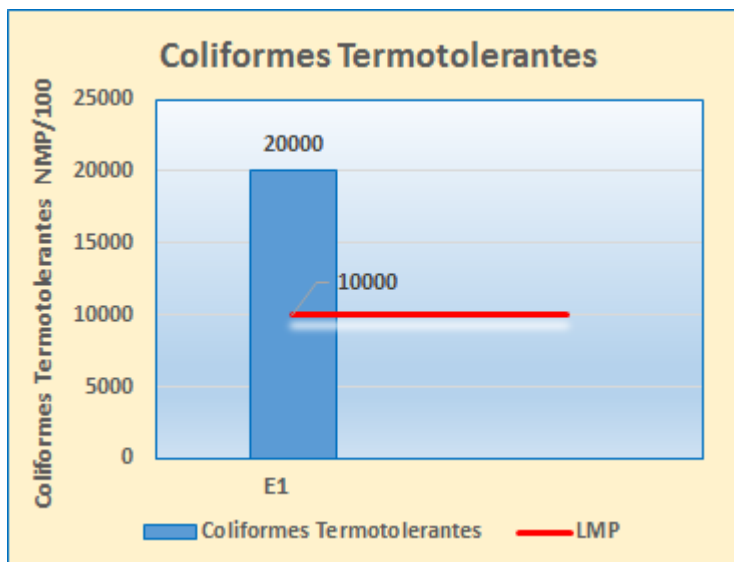


Figura 10. Análisis del resultado de Coliformes Termotolerantes. Elaboración propia.

Interpretación: El valor que se obtuvo de la muestra proveniente del efluente en el parámetro Coliformes Termotolerantes es 20 000 NMP/100, este resultado excede considerablemente los LMP que es 10 000 NMP/100.

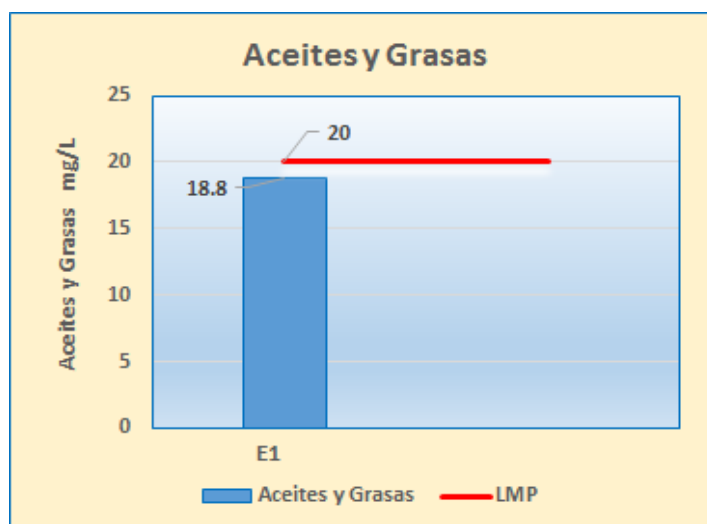


Figura 11. Análisis del resultado de Aceites y Grasas. Elaboración propia.

Interpretación: El valor que se obtuvo de la muestra correspondiente al efluente, en el parámetro de Aceites y Grasa es 18,8 mg/L, lo cual no sobrepasa el LMP que es 20 mg/L.

4.1.2. Análisis de las muestras tomadas en distintas unidades de la PTARD

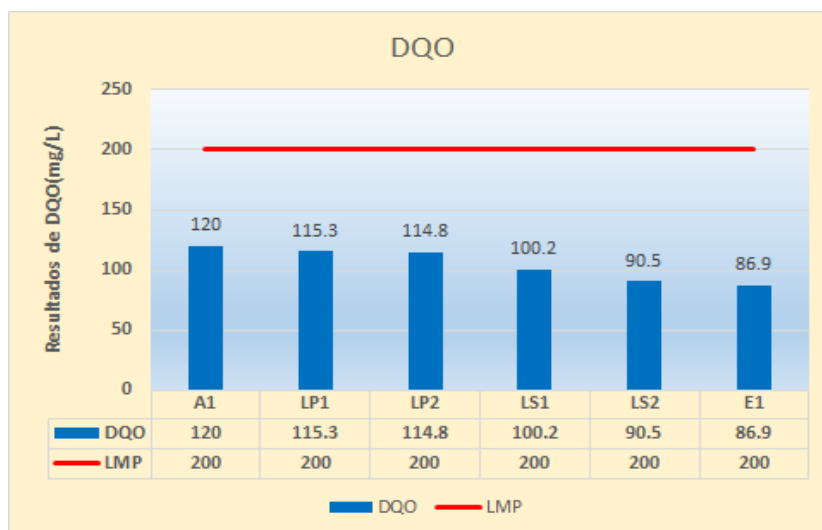


Figura 12. Variaciones del parámetro de DQO. Elaboración propia.

Interpretación: Los valores obtenidos de la DQO en los distintos puntos de muestra, disminuyen de manera significativa, teniendo como 120 mg/L en el afluente y un 86,9 mg/L en el efluente.

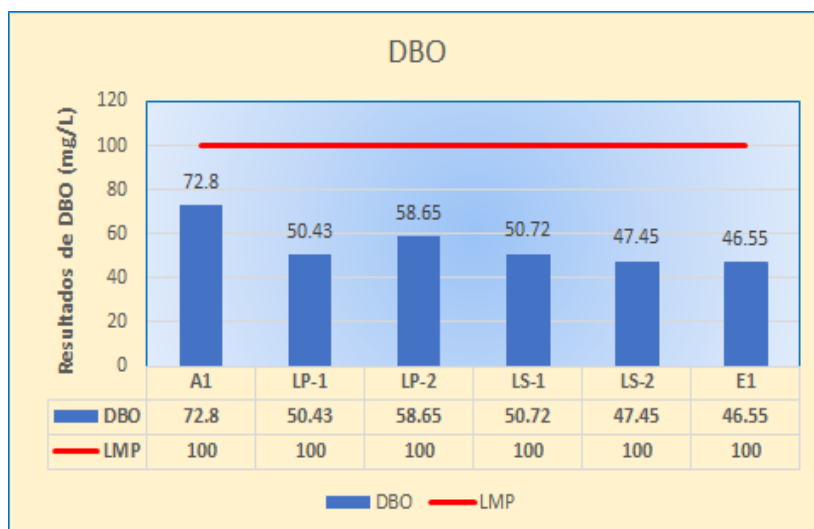


Figura 13. Variación del parámetro de DBO. Elaboración propia.

Interpretación: Se muestran los valores obtenidos de la DBO en los distintos puntos de muestreo. En el punto 3, tomado en la laguna primaria 2, se ve un incremento de 58,65 mg/L; esto debido a la cantidad de materia orgánica producto de los perros muertos encontrados y a la extremada cantidad de natas. A partir de este punto, la DBO va disminuyendo hasta 46,55 mg/L que es el resultado del efluente.

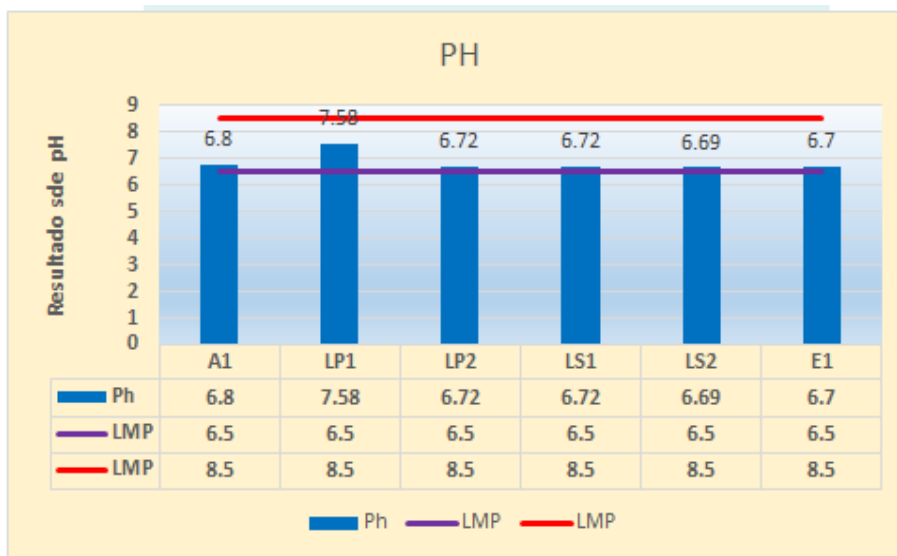


Figura 14. Variaciones del parámetro de pH. Elaboración propia.

Interpretación: Los valores del pH que se obtuvieron, varían en los distintos puntos de muestra, en el caso del punto tomado en el afluente y en la laguna primaria 1, se puede observar que el pH ha incrementado y desde ahí fue disminuyendo hasta llegar al índice de la muestra tomada en el efluente que es de 6,7.

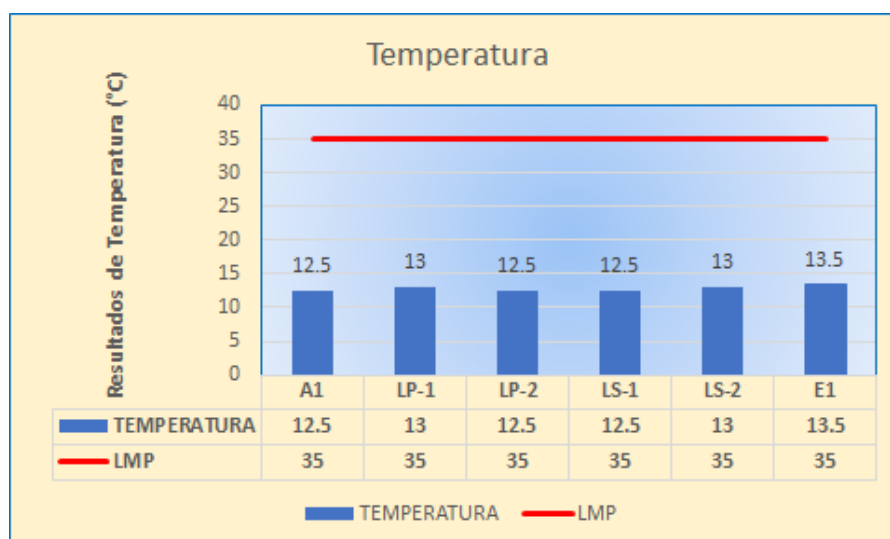


Figura 15. Variaciones del parámetro de Temperatura. Elaboración propia.

Interpretación: Los valores obtenidos de la temperatura en los distintos puntos de muestra, no tienen una variación significativa, teniendo como resultado 12,5 °C en el afluente y 13,5 °C en el efluente.

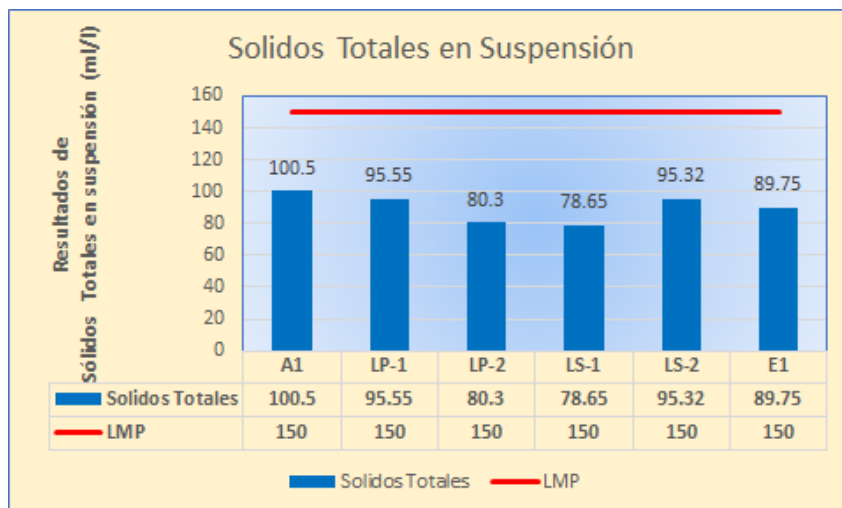


Figura 16. Variaciones del parámetro de Sólidos Totales en Suspensión. Elaboración propia.

Interpretación: Hay muchas variaciones en los valores de los sólidos totales en suspensión obtenidos en los distintos puntos de muestra. En la laguna primaria 2 y laguna secundaria 1 disminuyen significativamente. Por otro lado, en la laguna secundaria 2 y en el afluente aumenta y no hay mucha variación.

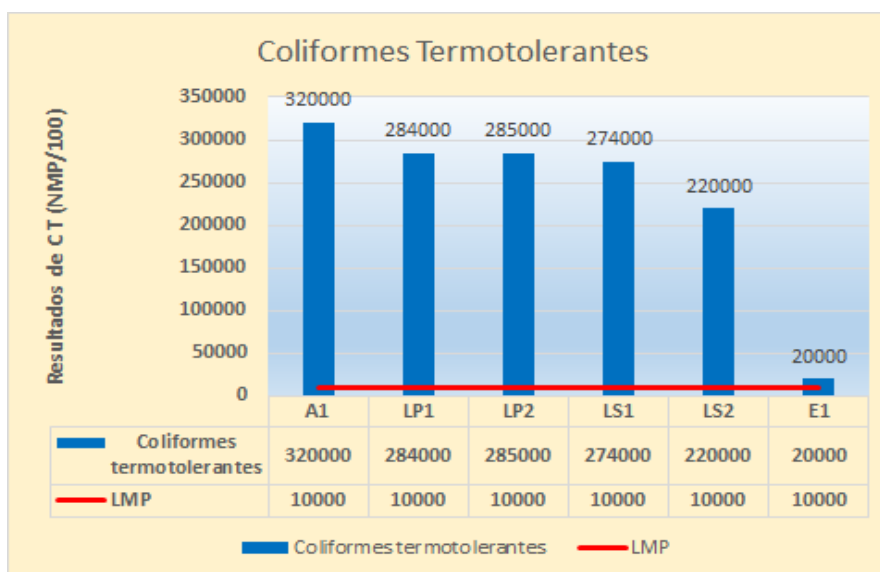


Figura 17. Variaciones del parámetro de coliformes termotolerantes. Elaboración propia.

Interpretación: Los valores de los Coliformes Termotolerantes obtenidos en los distintos puntos de muestra son muy altos, lo cual se ve en el primer punto, donde tienen un valor de 320 000 y de 20 000 NMP/100 en el efluente, lo cual sobrepasa los LMP.

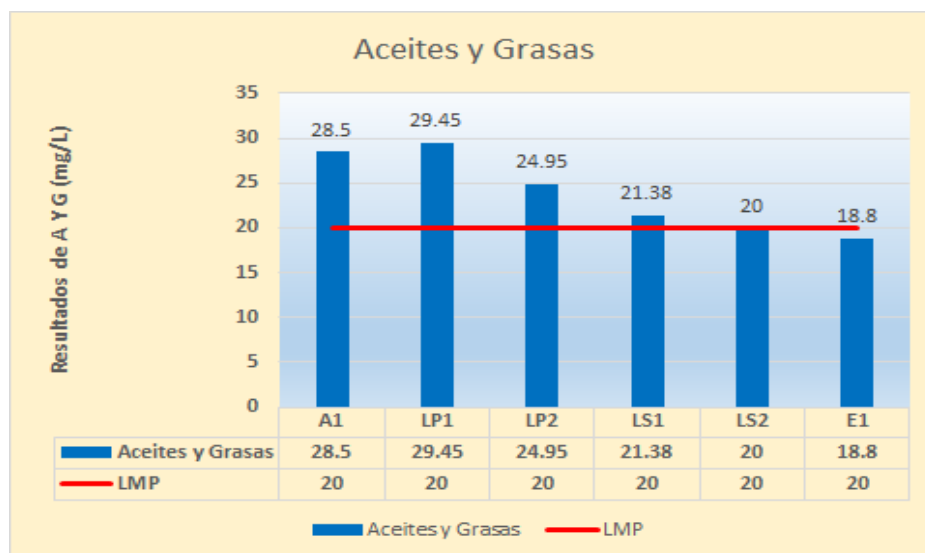


Figura 18. Variaciones del parámetro de Aceites y Grasas. Elaboración propia.

Interpretación: Entre los valores de aceites y grasas obtenidos en los distintos puntos de muestra, hay un aumento de 28,5 a 29,45 mg/L; mientras que los siguientes valores disminuyen de manera significativa, teniendo 29,45 mg/L en la laguna primaria 1 y un 18,8 mg/L en el efluente.

4.1.3 Resultados del caudal de la PTAR para el análisis del diseño

Tabla 14. Resultado del caudal de entrada actual

Resultado del caudal		
Caudal de diseño - 2035	Q = 7,94 L/s	
Caudal actual de la PTARD	v = 7,50 L t = 1,57 s Q = 4,78 L/s	Q = 4,92 L/s
	v = 8,25 L t = 1,63 s Q = 5,06 L/s	

Nota: Elaboración propia

- **Análisis del caudal**

Tabla 15. Caudal de diseño

Año	Población	Caudal Máximo Horario (L/s)	Caudal de diseño
2015	3670	6,12	
2016	3688	6,15	
2017	3707	6,18	
2018	3725	6,21	
2019	3744	6,24	
2020	3763	6,27	
2021	3781	6,30	4,6
2022	3800	6,33	
2023	3819	6,37	
2024	3838	6,40	
2025	3858	6,43	
2026	3877	6,46	
2027	3896	6,49	
2028	3916	6,53	
2029	3935	6,56	
2030	3955	6,59	
2031	3975	6,62	
2032	3995	6,66	
2033	4015	6,69	
2034	4035	6,72	
2035	4055	6,76	

Nota: Elaboración propia

Interpretación: Nuestro caudal de diseño para el año 2035 es de 7,94 L/s; en la actualidad es de 4,92 L/s, de lo cual puede deducirse que está de acuerdo con el caudal de diseño, por lo que se concluye que el mal funcionamiento de la PTARD no tiene relación con el caudal de diseño.

4.1.4 Propuesta de Mejora para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de Apata

Esta es solamente una propuesta teórica, debido al método de la investigación y a la coyuntura del Covid-19 que estamos viviendo, para ello obtuvimos valores iniciales de los parámetros en el efluente y en cada componente de la PTARD. Según estos resultados, la propuesta más adecuada para el funcionamiento de la PTARD es el mejoramiento del sistema de desinfección, la limpieza de las lagunas facultativas y el uso de microorganismos eficaces. Los cuales se detallan a continuación:

❑ Mejora del sistema de desinfección

De acuerdo con los resultados de la muestra tomada en el efluente, el parámetro de coliformes termotolerantes supera los Límites Máximos Permisibles. En la PTARD existe un sistema de desinfección que cuenta con una cámara de contacto de cloro, con 3 compartimientos de 0,8 m de ancho, 2,3 m de largo y 1,6 m de altura, con lo que se garantiza un tiempo de contacto de cloro superior a 30 minutos. Pero el sistema de desinfección no está operando debido a la inexistencia del tanque de cloración y a la falta de conocimiento de la dosificación del cloro.

Tanque de cloración: No se encuentra en la caseta de cloración, ya que fue robado. Es por eso que se implementará dos cilindros de plástico de 30 L, esta medida será porque la cámara de cloración es de 1,26 m de altura. Para nuestra solución madre se usará un cilindro de 200 L.



Figura 19. Tanque para la solución madre. Elaboración propia.

Procedimiento de la aplicación de cloro

El agua residual debe ser tratada adecuadamente para obtener una desinfección eficaz. En cuanto al agente desinfectante se ha escogido al hipoclorito de calcio granulado debido a la simplicidad de su manejo. Esto permite un fácil almacenamiento y además es efectivo para el control de olores.

Para la desinfección se debe:

- Determinar la cantidad de hipoclorito para preparar la solución y el caudal de solución.
- Verificar el funcionamiento óptimo de todas las instalaciones hidráulicas del tanque que aplicará la solución clorada.
- Graduar la válvula de control al caudal requerido, esto se logra midiendo la salida del agua en un tiempo determinado. Probando diferentes graduaciones hasta tener el caudal requerido.
- Preparar la mezcla en un recipiente de volumen de 200 L. Una vez lista la solución, vaciarla en los tanques de 30 L.
- En caso se detecte una concentración superior. Se debe abrir la válvula de salida de la solución o agregar más agua en el tanque que la contiene. Medir nuevamente el cloro en la salida.



Figura 20. Hipoclorito de Calcio. Elaboración propia.

Producto	Dosis (mg/L)		Concentración de la solución (mg/L)
	Mínimo	Máximo	
Hipoclorito de calcio	1,4	4,3	10 000 - 50 000

***Nota:** Estas dosis serán utilizables para hipoclorito de calcio al 70 %

Datos:

Caudal máximo horario = 4,86 L/s

Volumen de cámara = 8,7 m³

Volumen de tanque = 30 L

Dosis = 1,4 mg/L

% cloro = 70

Una vez establecida la dosis de aplicación y la concentración de la solución se procederá a realizar la determinación de caudal de solución según la fórmula que se presenta a continuación.

$C = W_{sol} / V_t$	$q = Q \times D / C$
C: concentración (mg/L). Wsol: peso del hipoclorito (mg) Vt: volumen del tanque de solución (L)	Q: caudal de la planta (L/s) D: dosis (mg/L). C: concentración (mg/L). q: caudal de solución

Dosis	Cálculo	
1,4 mg/L (min)	$C = W_{sol} / V_t$ $W_{sol} = C \times V_t$ $W_{sol} = 10\ 000 \times 30$ $W_{sol} = 300\ 000\ mg$	$q = Q \times D / C$ $q = (4,86 \times 1,4) / (10\ 000)$ $q = 0,00068\ L/s$
4,3 mg/L (máx)	$C = W_{sol} / V_t$ $W_{sol} = C \times V_t$ $W_{sol} = 50\ 000 \times 30$ $W_{sol} = 1\ 500\ 000\ mg$	$q = Q \times D / C$ $q = (4,86 \times 4,3) / (50\ 000)$ $q = 0,00042\ L/s$

Aplicación de hipoclorito de calcio para el tratamiento de aguas residuales

Tiempo	Caudal	Volumen de solución
24 h	4,86 L/s	60 L = 60 000 mL

$$\text{Volumen de agua residual} = 4,86 \times 24 \times 3600 = \mathbf{419\ 904\ L}$$

$$60\ 000\ \text{mL} \dots\dots\dots 419\ 904\ \text{L}$$

$$1\ \text{mL} \dots\dots\dots X\ \text{L}$$

$$\mathbf{X = 7\ Litros\ de\ AR}$$

- ❖ Para la dosis mínima se va a necesitar 10 g de hipoclorito de calcio para preparar una solución de 1 L.
- ❖ Para la dosis máxima se va a necesitar 50 g de hipoclorito de calcio para preparar una solución de 1 L.
- ❖ Para mandar las muestras al laboratorio se va a necesitar 1 mL de solución de cada dosis para volúmenes de 7 L de agua residual.

Para realizar el experimento se pesó 10 g de hipoclorito de calcio para la dosis mínima y 50 g para la dosis máxima, luego se preparó una solución de 1 L por cada dosis. Finalmente se agregó 1 mL de solución de cada dosis para volúmenes de 7 L de agua residual para luego ser llevado al laboratorio. Como se muestra en el Anexo 10.

Resultado del experimento:

Tabla 16. Tiempo de contacto de 2 minutos.

Hipoclorito de calcio (g)	Coliformes Fecales NMP/100 mL
10	1,8 x 10⁴
50	1,4 x 10⁴
0	2 x 10⁴

Nota: Elaboración propia

Tabla 17. Tiempo de contacto de 30 minutos.

Hipoclorito de calcio (g)	Coliformes Fecales NMP/100 mL
10	$5,5 \times 10^2$
50	2×10^2
0	2×10^4

Nota: Elaboración propia

Análisis: A diferentes dosis de hipoclorito de calcio hay una disminución significativa de los coliformes del agua residual de Apata. También según el tiempo de contacto del hipoclorito de calcio con el agua residual hay una diferencia; ya que, a mayor tiempo, hay mayor efecto en los coliformes termotolerantes. La mejor dosis es de 10 g de hipoclorito de calcio con un tiempo de contacto de 30 min, ya que disminuye los coliformes termotolerantes utilizando poca cantidad de hipoclorito, lo cual reduce el costo de la compra.

Operación

Pasado cierto tiempo de operación de un cilindro, este habrá cumplido con su periodo de operación y se tendrá que poner en marcha el otro cilindro, para lo cual se deberá realizar los siguientes pasos:

- Preparar el nuevo cilindro de solución mientras que el cilindro actual esté en funcionamiento.
- Una vez que se termine el periodo de funcionamiento de uno de los cilindros, poner en operación inmediata el otro que está en espera.
- Para poner en marcha el nuevo cilindro se deberá cerrar la válvula de control del cilindro vacío y abrir la del cilindro que contiene la solución recién preparada.
- Se realizan de nuevo los procedimientos de puesta en marcha del sistema de desinfección.
- La dosificación del cloro se llevará a cabo siempre y cuando la concentración de coliformes en el efluente sea superior a 1 000 coliformes fecales/100 mL.

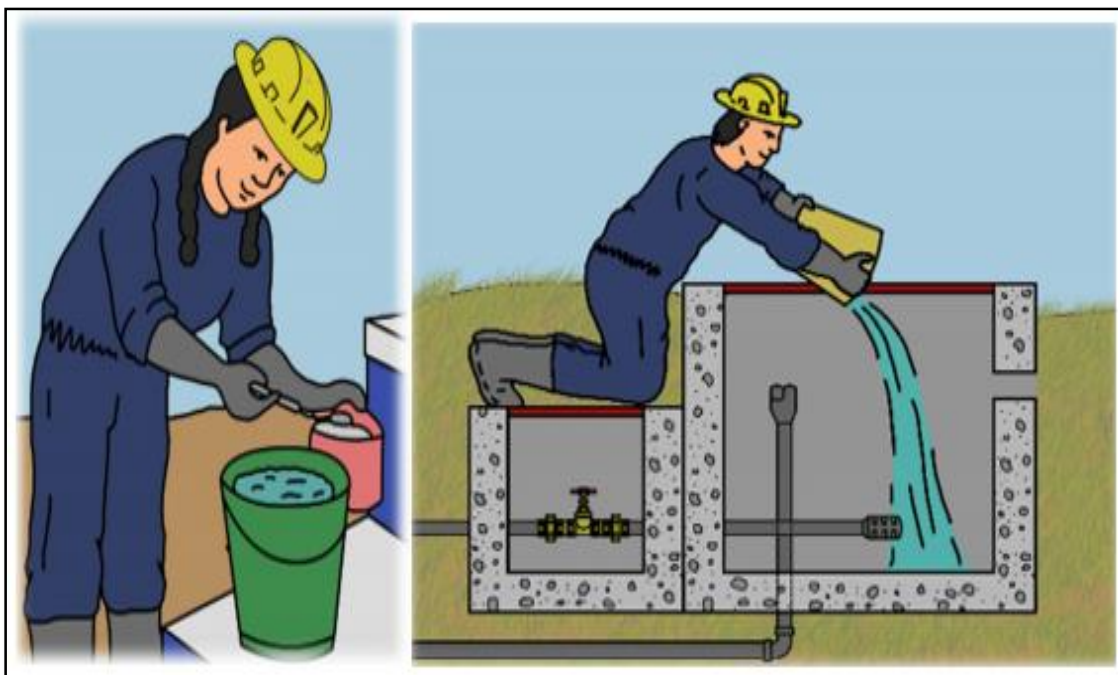


Figura 21. Cloración. Elaboración propia.

Mantenimiento

- Se deberá inspeccionar las instalaciones para detectar fugas y tener cuidado en la manipulación del cloro.
- Se deben aplicar las cantidades necesarias de cloro, con el fin de evitar el desperdicio de este elemento.
- En caso de daños a la unidad, se debe proceder a suspender la aplicación y realizar las reparaciones en el menor tiempo posible con el fin de mantener el agua clorada.

Tabla 18. *Frecuencia de operación y mantenimiento*

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
	Diario	Mensual	Trimestral	Anual	Según necesidad
Detección de fugas y obstrucciones	X				
Calibración de dosificaciones					X
Preparación de soluciones					X
Limpieza externa			X		
Limpieza interna		X			
Lubricación y pintado de elementos metálicos			X		
Inspección de estructuras			X		
Resane de estructuras e instalaciones hidráulicas					X
Pintado de estructuras				X	

Nota: Elaboración propia

- ❑ **Limpieza de las lagunas facultativas:** Se propone la limpieza de las lagunas. Para ello se realizará una evaluación de alternativas, las cuáles son: bote limpiador automático, bote a remo y bote eléctrico que recogerá los residuos grandes y las natas. Esto hará que la limpieza sea más fácil ya que el trabajo lo realizará el bote. Por otro lado, se presenta la operación y mantenimiento mediante la mejor alternativa.

Evaluación de las alternativas para la limpieza de las lagunas facultativas

- Tipos de botes para la limpieza de las lagunas facultativas.
- ✓ Bote limpiador automático
 - ✓ Bote a remo
 - ✓ Bote eléctrico

Tabla 19. Criterios de evaluación

CRITERIOS			
Ambiental	Económico	Social	Técnico
Generación de residuos sólidos	Inversión	Generación de empleo	Potencia del motor
Generación de ruido	Operación y mantenimiento	Aceptación de la población	Número de baterías

Nota: Elaboración propia

Tabla 20. Ponderación de criterios

	Ambiental	Económico	Social	Técnico	Valor	%
Ambiental	x	1	0	1	2	33,33%
Económico	0	x	1	1	2	33,33%
Social	1	0	x	0	1	16,67%
Técnico	0	0	1	x	1	16,67%
Total	1	1	2	2	6	100%

Nota: Elaboración propia

Tabla 21. *Puntuación de criterios*

Criterios	Bote limpiador automático	Bote con remos	Bote con motor	Priorización
Ambiental	Puntuación 1 a 3	Puntuación 1 a 3	Puntuación 1 a 3	33,33 %
Económico	Puntuación 1 a 3	Puntuación 1 a 3	Puntuación 1 a 3	33,33 %
Social	Puntuación 1 a 3	Puntuación 1 a 3	Puntuación 1 a 3	16,67 %
Técnico	Puntuación 1 a 3	Puntuación 1 a 3	Puntuación 1 a 3	16,67 %
Total				100 %

Nota: Elaboración propia

Tabla 22. *Criterios y subcriterios ambientales*

CRITERIO	SUBCRITERIOS		
AMBIENTAL	Generación de residuos sólidos	Ponderación	Métrica(kg/mes)
		1	10 - 20
		2	5 - 10
		3	<5
	Generación de ruido	Ponderación	Métrica(dB)
		1	100 - 140
		2	60- 100
		3	< 60
	ECONÓMICO	Inversión	Ponderación
1			9 000 -15 000
2			6 000 - 9000
		3	1 000 - 6 000
Operación y mantenimiento		Ponderación	Métrica (S/.)
		1	6 00 - 9 50
	2	3 00 - 6 00	

		3	1 00 - 3 00
SOCIAL	Generación de empleo	Ponderación	Métrica (Persona)
		1	< 4
		2	4 - 7
		3	7-10
	Aceptación de la población	Ponderación	Métrica (Hab)
		1	1-1000
		2	1000-2500
3		2500-5000	
TÉCNICO	Potencia del motor	Ponderación	Métrica (W)
		1	700-1100
		2	300- 700
		3	<300
	Número de batería	Ponderación	Métrica
		1	2-4
		2	1-2
3		<1	

Nota: Elaboración propia

Tabla 23. Puntuación de las alternativas de solución

CRITERIOS	SUBCRITERIO	BOTE LIMPIADOR AUTOMÁTICO	BOTE A REMO	BOTE ELÉCTRICO
AMBIENTAL	Generación de residuos sólidos	3	2	1
	Generación de ruido	3	2	1
SUB TOTAL		2	1,33	0,67
ECONÓMICO	Inversión	3	2	1

	Operación y mantenimiento	2	3	1
SUB TOTAL		1,67	1,67	0,67
SOCIAL	Generación de empleo	1	3	2
	Aceptación de la población	3	1	2
SUB TOTAL		1,33	1,33	1,33
TÉCNICO	Potencia del motor	2	3	1
	Número de baterías	2	3	1
SUB TOTAL		1,33	2	0,67

Nota: Elaboración propia

Tabla 24. Total de puntuación de las alternativas

CRITERIO	BOTE LIMPIADOR AUTOMÁTICO	BOTE A REMO	BOTE ELÉCTRICO	PRIORIZACIÓN
AMBIENTAL	2	1,33	0,67	33,33%
ECONÓMICO	1,67	1,67	0,67	33,33%
SOCIAL	1,33	1,33	1,33	16,67%
TÉCNICO	1,33	2	0,67	16,67%
TOTAL	1,67	1,56	0,78	100%

Nota: Elaboración propia

- La mejor alternativa, según la evaluación, es el bote limpiador automático con una puntuación de 1,67. Por ello, en las siguientes líneas se realizará su descripción.

BOTE LIMPIADOR AUTOMÁTICO

Descripción: El soporte del bote será a base de aluminio. Se incorporarán sensores para obtener datos del lago, todo lo recopilado será enviado a través de internet y almacenado en un servidor para luego ser procesado; además los datos serán visibles en todas las computadoras conectadas a internet. El monitoreo se realizará a través de una computadora al igual que el control del bote, para ello se desarrollará una aplicación web.

Componentes:

- **Sensor de pH:** Es un dispositivo para medir el pH, utilizado para medir el grado de acidez o alcalinidad, donde el valor va de 0 a 14, si el pH es menor a 7 es considerado ácido y si el pH es mayor a 7 es básico.
- **Sensor de temperatura:** Los sensores de temperatura son utilizados para medir la temperatura del agua y del ambiente. Es más conocido con el nombre de sonda de temperatura.
- **Sensor de profundidad:** Mide la profundidad mediante un proyector de luz infrarroja, este sensor ayudará a conocer cuál es la cantidad de lodo que se encuentra en las lagunas.
- **Sensor de conductividad:** Se utiliza para medir la conductividad específica, la salinidad, el total de sólidos disueltos (TDS) y la resistividad.
- **Sensor de aire:** Este sensor detecta distintos componentes químicos que se encuentran en el aire son la familia de los sensores de gases MQ.
- **Raspberry Pi:** Es una serie de ordenadores que tiene placa reducida, única o simple (SBC) que es de bajo costo.

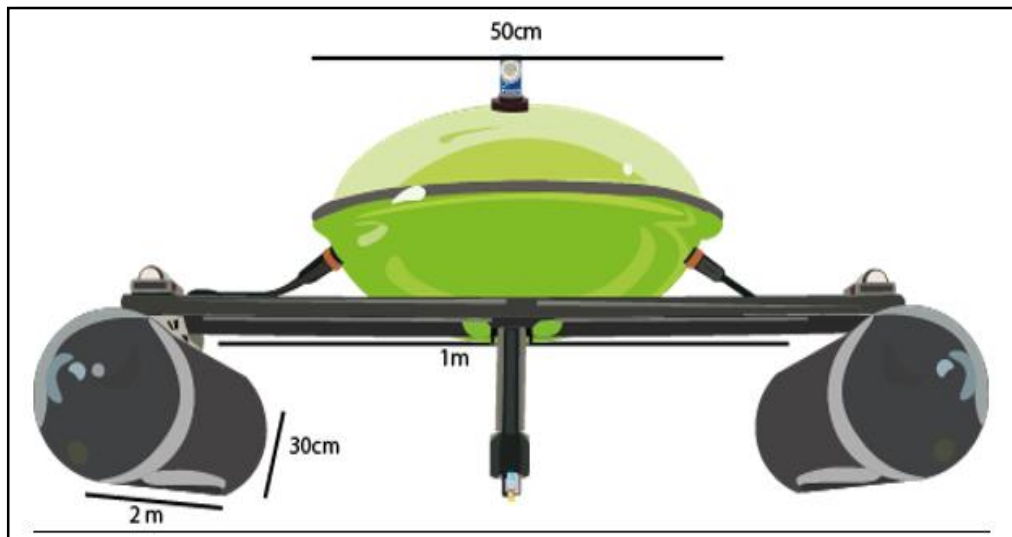


Figura 22. Dimensiones del bote limpiador automático. Elaboración propia

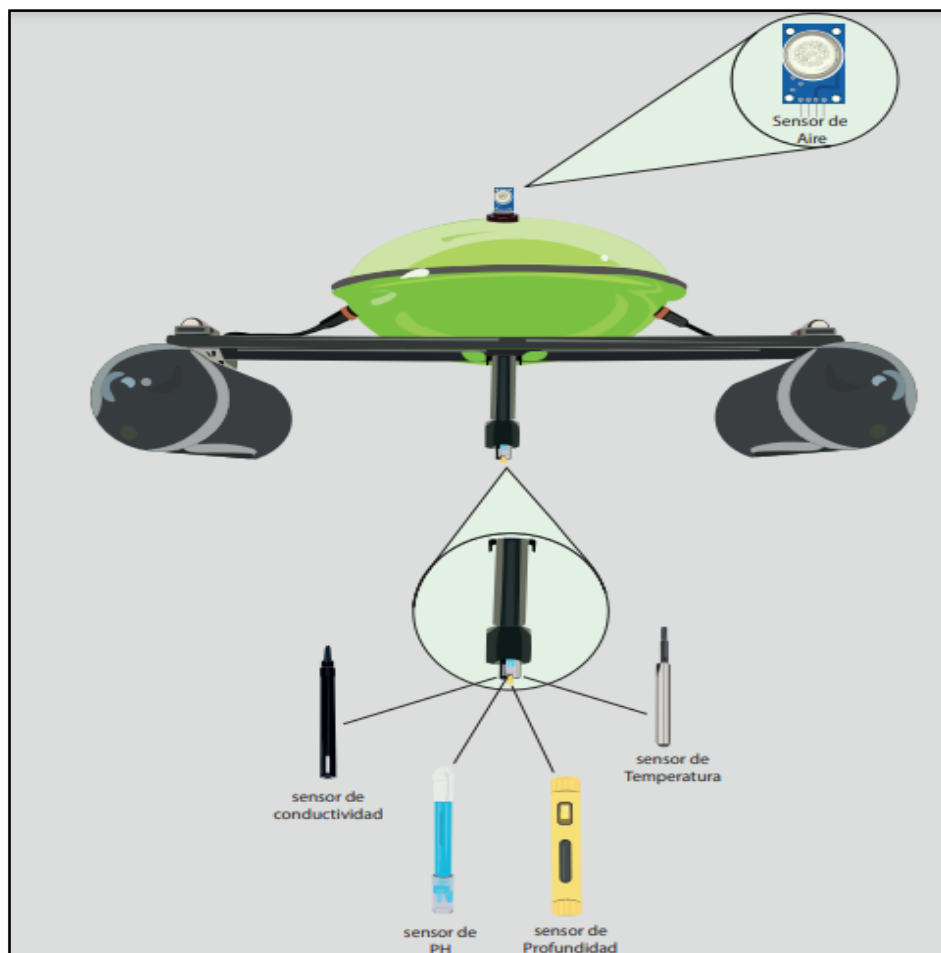


Figura 23. Sensores del bote limpiador automático. Elaboración propia

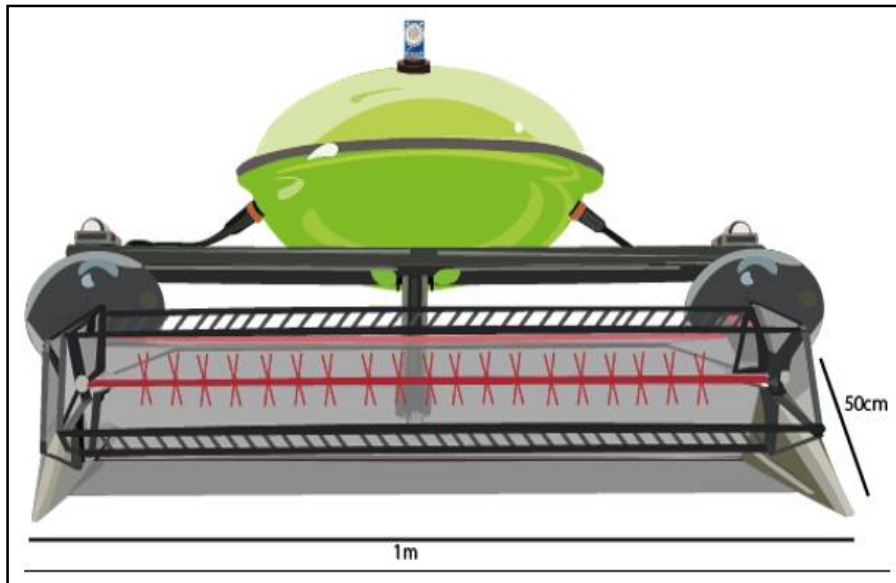


Figura 24. Medidas del recolector de residuos del bote limpiador automático. Elaboración propia

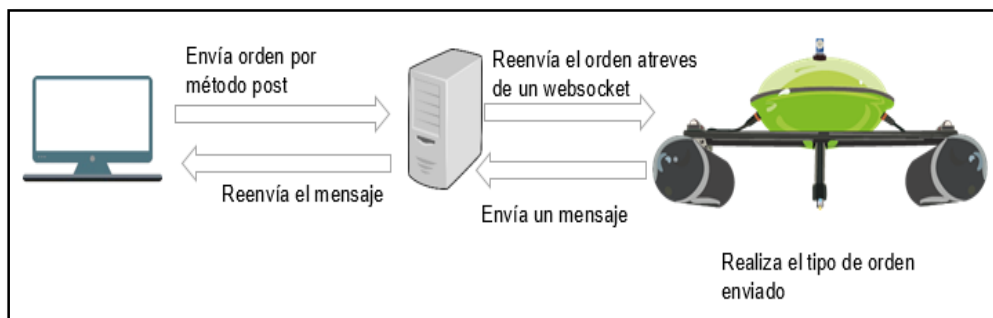


Figura 25. Diagrama de control del bote limpiador automático. Elaboración propia

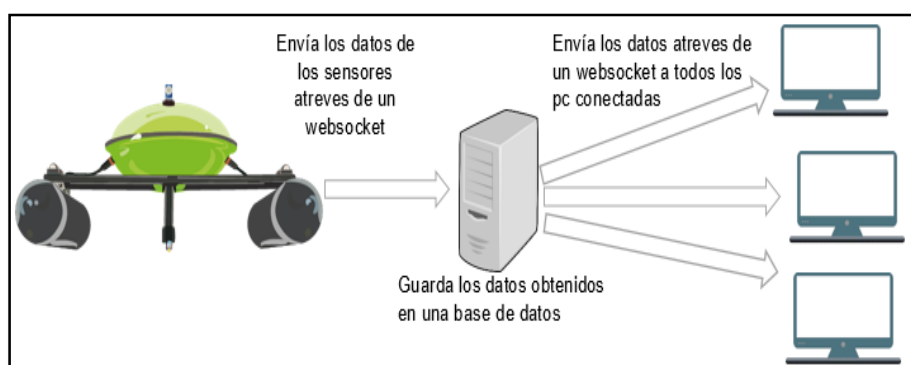


Figura 26. Diagrama de recepción de datos del bote limpiador automático. Elaboración propia

Tabla 25. Presupuesto de bote limpiador automático

Materiales	Cantidad	Precio	Subtotal
Sensor de pH	1	250	250
Sensor de temperatura	1	250	250
Sensor de profundidad	1	400	400
Sensor de conductividad	1	300	300
Sensor de aire	1	200	200
Raspberry Pi	1	500	500
bateria de 12 V	2	200	400
motores	1	100	100
Total			2 400

Nota: Elaboración propia

Tabla 26. Presupuesto de la aplicación

Servicios	Precio	Subtotal
Desarrollo web	2 500	2 500
Desarrollo móvil	2 000	2 000
Programación del bote	1 500	1 500
Total		6 000

Nota: Elaboración propia

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS LAGUNAS FACULTATIVAS CON EL BOTE LIMPIADOR AUTOMÁTICO

Lagunas facultativas primarias: Existen dos lagunas primarias que reciben el agua cruda. El proceso que se lleva a cabo es la estabilización de la materia orgánica, reducción de organismos patógenos y la remoción de sólidos sedimentables. La DBO es el parámetro que se utiliza para evaluar el buen funcionamiento de estas lagunas.

Lagunas facultativas secundarias: Hay dos lagunas secundarias que reciben el agua de las lagunas primarias y se encargan de mejorar el efluente primario.

Parámetros de control operacional:

- Parámetros básicos: DBO, oxígeno disuelto, temperatura, coliformes termotolerantes y pH.
- Parámetros adicionales: DQO, sólidos totales, sólidos en suspensión.

OPERACIÓN

Esto consiste en la limpieza de las estructuras hidráulicas, muestreo de los parámetros y observaciones al afluente y efluente.

- **Operación del funcionamiento hidráulico:** Controlar que los canales de alimentación y salida de las lagunas estén limpias, con el fin de que haya una buena distribución del agua.
- **Operación del proceso biológico**

Observaciones de rutina: Se debe realizar a la entrada de la laguna, en la laguna en sí y a la salida de la laguna. Esto servirá para saber cómo se está desarrollando el proceso de tratamiento y para la verificación de la eficiencia del sistema.

Tabla 27. Coloración y apariencia de las lagunas

Color	Análisis
Verde oscuro y parcialmente transparente	Buenas condiciones.
Café amarillento o muy claro	Indica disminución de algas, oxígeno disuelto y pH. También presencia de malos olores.
Gris o café oscuro	Indica que la laguna está sobrecargada y el período de retención es corto. Se debe interrumpir la operación para dar solución.
Verde lechoso	Hay autofloculación y ocurre cuando la temperatura y el pH se eleva el cual produce precipitación de hidróxido de calcio acarreado microorganismos y algas hacia el fondo.
Azul verdoso	Presencia de algas azul verdoso que inhibe la fotosíntesis de las algas verdes y produce natas.
Rosado	Hay altas concentraciones de azufre. Es necesario suspender la laguna hasta tener las condiciones para el crecimiento de las algas.

Nota: Tomada del «Manual de Operación y mantenimiento de lagunas de estabilización facultativas» (21).

Olores

La presencia de malos olores se debe a la sobrecarga orgánica, escasa población de algas, por la presencia de alta concentración de sulfatos cloruros y sustancias tóxicas o por mala operación y mantenimiento.

Declinación del pH

Para las algas verdes, el pH debe estar entre 8 y 8,4. De lo contrario provoca su muerte y presencia de crustáceos planctónicos que se alimenta de estas.

MANTENIMIENTO

Limpieza de la laguna con el bote limpiador automático

El bote limpiador automático se encargará de la limpieza de la laguna, retirando sólidos grandes y natas que pudieran existir, además de medir parámetros como el pH, temperatura y conductividad eléctrica. Por otro lado, también medirá la profundidad en la que se encuentren los lodos para hacer el retiro necesario.

Funcionamiento: El personal encargado de manejar el bote lo hará desde un computador o celular, observando las partes que necesitan limpieza y acarreado los residuos sólidos (RR.SS) hacia el borde para poder retirarlos y llevarlos a la poza de RR.SS. La información de los distintos parámetros será almacenada en una base de datos para poder hacer un informe. detallado.



Figura 27. Ubicación de la poza de RR.SS. Elaboración propia

- **Disposición de residuos:** Actualmente se visualiza una gran cantidad de residuos en las diferentes unidades de la PTARD, como algas, bolsas, animales muertos y otros residuos inservibles. Estos serán recogidos por el personal de limpieza y llevados por el camión recolector de RR.SS. del distrito de Apata al relleno sanitario. Luego se realizarán limpiezas semanales y los residuos generados serán depositados en la poza de residuos sólidos para su debido secado y después serán empaquetados en bolsas negras para ser transportados por el camión recolector de la Municipalidad de Apata, la cantidad de residuos generados será de un promedio de 5 a 8 kg por semana.

Tabla 28. Cronograma de mantenimiento

Actividades	Frecuencia	Requerimientos
Control de mosquitos y olores	Semanal	Operador
Inspección del funcionamiento del sistema lagunar	Diario	Operador
Retiro y remoción de natas, espumas, material flotante.	Diario	Bote limpiador automático, cal
Retiro de lodos	De acuerdo a la profundidad	Operador, cal
Remover y retirar la vegetación	Semanal	Rastrillos y cribas
Mantener libres de maleza los bordos, caminos de acceso y zonas adyacentes a la planta de tratamiento	Mensual	Podadoras, machetes, rastrillos, palas, picos
Podar los taludes internos y externos.	Mensual	Podadoras
Inspección de estructuras	Trimestral	Operador
Reparación de geomembranas	Anual	Operador
Verificación de la profundidad de las lagunas	Mensual	Bote limpiador automático
Verificar el monitoreo de ph, temperatura y conductividad eléctrica	Mensual	Bote limpiador automático

Nota: Elaboración propia

❑ Uso de microorganismos eficaces en las lagunas facultativas

Para mejorar la calidad del agua se utilizan los microorganismos eficaces que son cultivos mixtos específicos de microorganismos benéficos. El uso de esta tecnología en la PTARD ayudará a obtener parámetros por debajo de los límites máximos permisibles como la DBO y coliformes termotolerantes.

Para la aplicación de estos microorganismos eficaces es necesaria, en primer lugar, activarlos usando agua sin cloro, pH de 4,5 y un activador. Hay que tener en cuenta que los ME se vuelven inactivos por debajo de los 6°C.

Para recuperar estanques o lagunas contaminadas, se debe utilizar 1 L de ME por cada metro cúbico de agua, una vez aplicado se debe esperar por un tiempo de 30 minutos a 1 hora para medir los resultados y conocer si son los valores esperados en el tratamiento de las lagunas.

Cantidad de microorganismos eficaces a utilizar:

- El Volumen de las lagunas primarias es de 8 502 m³

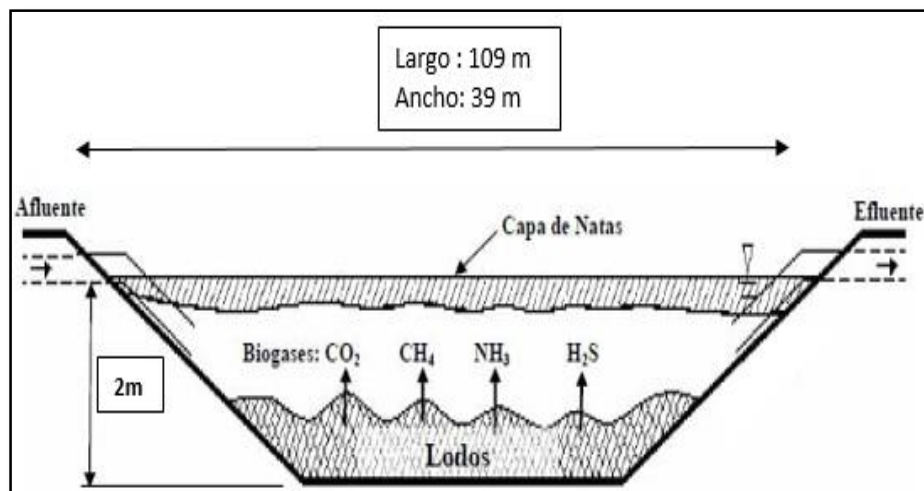


Figura 28. Volumen de las lagunas primarias. Elaboración propia

- El volumen de las lagunas secundaria es de 891 m³

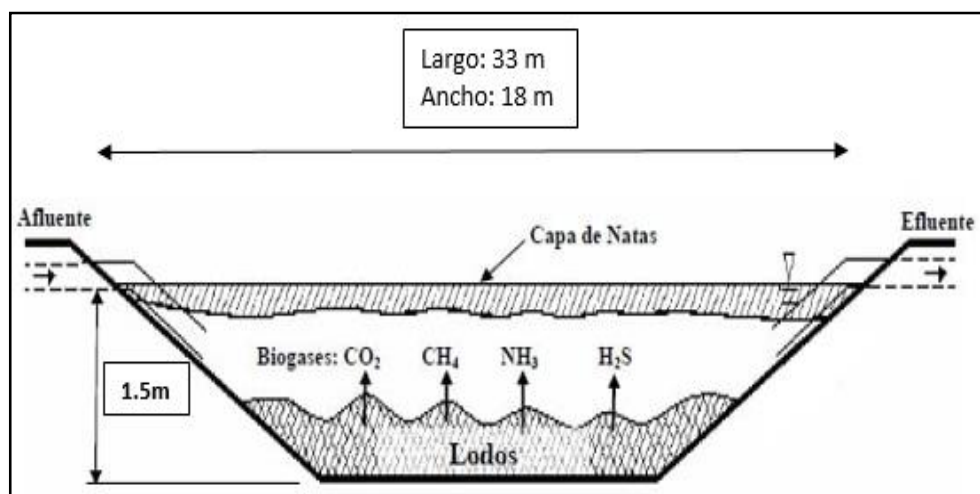


Figura 29. Volumen de las lagunas secundarias. Elaboración propia

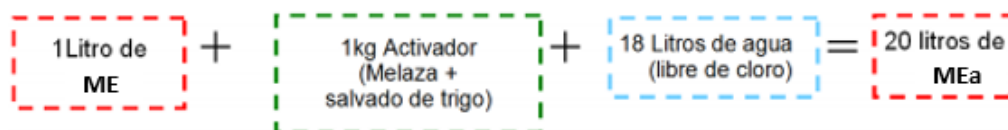
Tabla 29. Cantidad de microorganismo eficaces requeridos

Lagunas	Volumen de agua (L)	ME (L)
Primaria 1	8 502 000	4,251
Primaria 2	8 502 000	4,251
Secundaria 1	891 000	0,4455
Secundaria 2	891 000	4,251
Total	18 786 000	9,393

Nota: Elaboración propia

Preparación de la solución de microorganismos eficientes activados (MEa)

- Se debe contar con dos envases cúbicos (tótem) que puedan cerrarse herméticamente para la preparación y/o activación del ME.
- Un Litro de ME-Agua rinde 20 L de EM Activado (MEa). A continuación, se detalla las proporciones utilizadas.



Volumen de agua residual	ME(L)	MEa (L)
18 786 000	9,393 L de ME	187,86 L MEa

❖ 1 L de MEa 100 000 L de agua residual

X de MEa18 786 000 L de agua residual

X = 187,86 L de MEa

❖ 1 L de ME.....20 L de MEa

X de ME187,86 L de MEa

X = 9,393 L de ME

Se va a necesitar 9,393 L de Microorganismos Eficaces para activarlas y después echarlas en 18 786 000 L de agua residual. La aplicación de microorganismos se realizará en las cámaras de distribución de agua antes de cada laguna hasta lograr disminuir el parámetro de la DBO.

4.2 Prueba de hipótesis

a) Hipótesis general

Hi: La propuesta de mejora para el buen funcionamiento de la PTARD es la operación y mantenimiento de las unidades.

Ho: La propuesta de mejora para el buen funcionamiento de la PTARD no es la operación y mantenimiento de las unidades.

Hipótesis		Descripción
Hi	Se acepta	La Hi se acepta, debido a que en la PTARD es necesaria la operación y mantenimiento de las unidades y solo así se logrará su buen funcionamiento, además los manuales de operación y mantenimiento de diferentes PTAR encontrados respaldan esta hipótesis. Estos brindan información necesaria para conocer sobre los protectores personales, las herramientas, equipos e insumos a utilizar de una forma adecuada en la operación y mantenimiento de la PTARD del Distrito de Apata - Jauja.
Ho	Se rechaza	

b) Hipótesis específicas

Hi: La cloración en el tratamiento final influye significativamente en la disminución de coliformes termotolerantes en el efluente.

Ho: La cloración en el tratamiento final no influye significativamente en la disminución de coliformes termotolerantes en el efluente.

Hipótesis		Descripción
Hi	Se acepta	La Hi se acepta, ya que las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, en su tratamiento terciario, usan el sistema de desinfección para eliminar patógenos, puesto que la cloración es un método más fácil de hacer y eficiente cuando es usada de manera correcta según la información presentada que tiene como título «Tratamiento y reúso de aguas residuales»
Ho	Se rechaza	

Hi: El uso de microorganismos eficaces en las lagunas facultativas influye significativamente en la disminución de los parámetros.

Ho: El uso de microorganismos eficaces en las lagunas facultativas no influye significativamente en la disminución de los parámetros.

Hipótesis		Descripción
Hi	Se acepta	La Hi se acepta, ya que diferentes estudios que hicieron uso de microorganismos eficaces en las PTAR, lograron reducir los parámetros que se encontraban fuera de lo permitido. Artículos de investigación que tienen como título “Evaluation of Effective Microorganism (EM) for treatment of domestic sewage” , «Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas» , tesis como «Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad del agua y lodo residual, Planta de Tratamiento de Jauja» y otros estudios respaldan esta hipótesis, por lo cual es aceptable que se utilice este tipo de tecnología en el presente trabajo de investigación.
Ho	Se rechaza	

4.3 Discusión de resultados

- En nuestro estudio se evaluó los coliformes termotolerantes de la PTARD de Apata - Jauja, donde se obtuvo como resultado un valor de 20 000 NMP/100, que sobrepasa los LMP del D.S.003-2010-MINAM. En el estudio de «Uso de Microorganismos Eficientes para tratar las aguas contaminadas», se evaluaron 10 puntos de muestreo a diferentes parámetros, en lo concerniente a los coliformes termotolerantes, después de incorporar los microorganismos eficaces (ME), disminuyeron 9 de los 10 puntos de muestreo. Además, en dicho estudio algunos autores plantean que, de manera general, los ME mineralizan la materia orgánica de manera rápida y efectiva, y convierten las aguas residuales en productos no contaminados para determinados usos, para remediar aguas contaminadas, mejorar la calidad de los suelos para los cultivos, emplearse para bebida de los animales de corral, fermentación de ciertos alimentos y para eliminar olores en los tanques sépticos. Por otro lado, el uso de ME es una opción muy atractiva en las condiciones del mundo moderno, debido a que se puede aplicar con un mínimo de gastos y un máximo de beneficios, lo cual es sustentable con el tiempo. Según el estudio los ME son biorremediadores de ambientes contaminados, tanto por materia orgánica y microorganismos patógenos, es una meta deseable para tener un ambiente más saludable y limpio en los siguientes años. **(30)**
- El parámetro de DBO reducida es un indicador del buen funcionamiento de la laguna facultativa; por lo cual, en el resultado se obtuvo una cantidad muy alta en la laguna primaria facultativa, siendo esta de 58,65 mg/L. Por ello se pretende disminuir este parámetro aplicando microorganismos eficaces, ya que diferentes estudios demuestran que se logra minimizar, tal es el caso de la «Evaluación de microorganismos eficaces (EM) para el tratamiento de aguas residuales domésticas» donde se mostró una clara reducción en todos los parámetros probados durante todo el periodo de incubación. En el parámetro de DBO se logró disminuir de 2,8 mg/L a 2,1 mg/L. **(31)**

- Se analizó el agua residual de la PTARD de Apata. El resultado obtenido en el afluente fue de 72,8 mg/L en el DBO y en los coliformes termotolerantes fue 320 000 NMP/100, mientras que en el efluente el DBO fue de 46,55 mg/L y de coliformes termotolerantes fue un 20 000 NMP/100. Los coliformes sobrepasan el LMP, es por ello que se plantea usar microorganismos eficientes para disminuir el parámetro que está por encima del LMP. En el estudio «Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, Planta de Tratamiento de Jauja» se determinó que los microorganismos eficaces sí tiene efecto en el tratamiento de agua residual según el monitoreo realizado durante 90 días, ya que el DBO a la entrada es de 212 mg/L y a la salida es de 95 mg/L, mientras que en los CTT a la entrada es de 188×10^3 NMP/100 y la salida es de 6×10^3 NMP/100. En ambos parámetros hay una disminución significativa. **(32)**

CONCLUSIONES

- La mejor propuesta para el funcionamiento de la PTARD, según el análisis, es realizar la operación y mantenimiento en cada una de las unidades. Además, las lagunas facultativas serán limpiadas con el bote limpiador automático lo cual fue evaluado mediante los criterios ambientales, económicos, sociales y técnicos; también se propuso el uso de microorganismos eficaces para la disminución de los parámetros como la Demanda Bioquímica de Oxígeno. Por último, para poder disminuir los coliformes termotolerantes, se llevará a cabo la cloración en el tratamiento terciario.
- Los resultados de los parámetros que se analizaron son los siguientes valores: 46,55 mg/L de DBO; 86,90 mg/L de DQO; 6,70 de pH; 13,5 °C de temperatura; 89,75 mg/L de sólidos totales en suspensión y 18,80 mg/L de aceites y grasas, encontrándose por debajo del D.S. n.º 003-2010-MINAM que establece los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. Por otra parte, se obtuvo 20 000 NMP/100 de coliformes termotolerantes, lo cual excede los 10 000 NMP/100 de los LMP.
- Se evaluó cada unidad del proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) del distrito de Apata - Jauja, mediante planos. Las dimensiones de las lagunas primarias 1 y 2; así como las lagunas secundarias 1 y 2, son acordes al plano; además, las rejas están deformadas debido a la falta de mantenimiento y dejan pasar algunos sólidos y se encuentran oxidadas. También, se utilizó la ficha de observación, encontrándose perros muertos ya que el cerco tiene espacios grandes por donde ingresan los animales. Finalmente había proliferación de moscas y las lagunas tenían un olor desagradable.
- El caudal actual de las aguas residuales a la PTARD es de 4,92 L/s. Lo cual se encuentra por debajo del diseño de caudal y no fue necesario el rediseño de la PTARD.
- Los coliformes fecales disminuyen con la aplicación del hipoclorito de calcio, tanto con la dosis máxima como la mínima. El empleo de la dosis mínima resulta más conveniente, ya que aparte de reducir los coliformes a un $5,5 \times 10^2$ NMP/100, se reduce el costo de compra.

RECOMENDACIONES

- El cerco perimétrico de la PTARD de Apata no es seguro, debido a que fue instalado desde la base con alambres de púas, dejando pasar fácilmente a los animales del lugar. Por ello es que se recomienda cambiar el cerco perimétrico actual por mallas metálicas donde recién en la parte superior se contará con alambres de púas.
- Actualmente las rejas de la PTARD están oxidadas y están presentando deformaciones, debido a esto se recomienda cambiar las rejas y realizar su debido mantenimiento.
- Se recomienda comprar una chapa para la puerta, para mayor seguridad.
- Para hacer la limpieza de las rejas se recomienda que el encargado utilice equipos de protección como casco, guantes, mascarilla, guardapolvo y botas.
- Limpiar las cámaras de distribución para que no obstruyan el paso del agua residual a la otra unidad.
- Realizar monitoreo de la calidad del agua residual de acuerdo a las fechas programadas.
- Realizar la operación y mantenimiento de la PTARD de Apata para que cada proceso funcione de manera correcta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)**. Aguas residuales el recurso desaprovechado. s.n., 2017. pág. 2
2. **ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas (ONU)**. Aguas residuales el recurso desaprovechado. UNESCO, 2017. ISBN 978-92-3-300058-2.
3. **GUILLERMO RAMIREZ, Karem Patricia**. Calidad de aguas residuales del tratamiento primario en pozas de oxidación de distrito de Viques-Huancayo. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú,, 2011. pág. 12.
4. **LARIOS MEÑO, Fernando, GONZÁLEZ TARANCO, Carlos y MORALES OLIVARES, Yennyfer**. Las Aguas Residuales y sus consecuencias en el Perú. 2, 2015, Vol. II, pág. 18. ISSN 2311.
5. **ORGANISMO de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)**. Fiscalización ambiental en aguas residuales. Lima: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2014.
6. **SUPERINTENDENCIA Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)**. Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución. Lima: s.n., 2008. pág. 6. Disponible en <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-situacional-sistemas-tratamiento-aguas-residuales-las-eps>
7. **SUPERINTENDENCIA Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)**. Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. Lima: s.n., 2015. pág. 11, 129.
8. **INSTITUTO Nacional de estadística e Informática (INEI)**. Anuario de estadísticas ambientales. Lima: s.n., 2020. pág. 436. Disponible en : https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf
9. **ESPITIA ANTONIO, Fabián Gerardo**. Diagnóstico, evaluación y planteamiento de mejora en los componentes de la Planta de Aguas Residuales en el municipio de Buenavista Boyacá. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017. pág. 72.
10. **PEÑA, Sandra; MAYORGA, José; MONTOYA, Rubén**. Propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Yaguachi (Ecuador). Yaguachi, Ecuador. Revista Ciencia e Ingeniería [online]. 25 de febrero de 2018, Vol. 39, n.3
11. **SANCHEZ-RIVERA, Waldemar y ARIAS-LAFARGUE, Telvia**. Propuesta de mejoras en sistemas de tratamiento de residuales en la Empresa Refinadora de Aceite de Santiago de Cuba.

- RTQ [online]. 2018, vol.38, n.1 [citado 2021-02-13], pp.85-100. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000100007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2224-6185.
12. **BALVIN BELTRAN, Brayan Edinson.** Propuesta del mejoramiento en la eficiencia de la PTAR Chilpina, distrito Socabaya- provincia Arequipa-departamento Arequipa. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Sanitario). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2020.
 13. **ORTEGA SERAFIN, Jhon Serafin.** Propuesta de mejoramiento de la Planta de Tratamiento de aguas residuales en la Localidad de Pallanchacra del distrito de Pallanchacra, Provincia de Pasco, Región Pasco-2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Huánuco: Universidad de Huánuco, 2018.
 14. **VILLANUEVA, Lizeth y YANCE, Jackeline.** Mejoramiento de la eficiencia de remoción de materia orgánica y coliformes termotolerantes en la PTAR del Distrito de Huáchac - Chupaca. Huancayo. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Químico Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. pág. 86.
 15. **BENDEZU MONTERO, Rocío del Carmen y MARTINEZ MARAVÍ, Alexander.** Propuesta de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales utilizando Filtros Percoladores - Lodos Anaeróbicos Ecológicos para el Distrito de Huancayo, Provincia de Huancayo - Junín. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes. , 2017. pág. 182.
 16. **ORGANISMO de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).** FISCALIZACIÓN AMBIENTAL EN AGUAS RESIDUALES. San Isidro - Lima - Perú. s.n., 2014. pág. 6. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
 17. **LOZANO RIVAS William.** Fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales. Bogotá: s.n., 2012. pág. 47. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/298354134_Diseño_de_Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas_Residuales/link/56e898e908ae9bcb3e1cd7f4/download
 18. **BEJARANO OSORIO, Erika, CORTES PÉREZ, Jeimy.** Propuesta para el diseño de un sistema de tratamiento y aprovechamiento del agua residual tratada para uso agrícola en el barrio Holanda, vereda Pueblo Viejo - Facatativá. 2017. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental y Sanitario). Bogotá: Universidad de La Salle, 2017 Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1375&context=ing_ambiental_sanitaria
 19. **MILLAN MELO, Carlos, POLANIA VILLEGAS, Leidy.** Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa Somos K S. A. Tesis (Título de Ingeniero Químico).

- Bogotá: Fundación Universidad América, 2018. Pág.24-26. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6723/1/6122891-2018-1-IQ.pdf>
20. **ESPITIA ANTONIO, Fabián Gerardo**. Diagnóstico, evaluación y planteamiento de mejora en los componentes de la Planta de Aguas Residuales en el municipio de Buenavista Boyacá. Bogotá: s.n., 2017. Pág. 27 Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15504/1/INFORME%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
21. **DISTRITO de Huayucachi**. Manual de Operación y mantenimiento de lagunas de estabilización facultativas. Huancayo: s.n. Disponible en :http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_SICA/modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/378745374_MANUAL%20O&M%20PTAR.pdf
22. **AROCUTIPA LORENZO, Juan Hipólito**. Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del Distrito de Alto Inambari - Sandia. Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Agrícola). Puno: Universidad Nacional Altiplano - PUNO, 2013. pág. 81. Disponible en : http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4516/Arocutipa_Lorenzo_Juan_Hipolito.pdf?sequence=1&isAllowed=y
23. **EL PERUANO**. Congreso del Perú. Norma OS.090 - Plantas de tratamiento de aguas residuales. Lima. 2006. pág. 21. Disponible en:https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.090.pdf
24. **TENA TRUJILLO, Tifany y GARAY ANASTACIO, Anggi**. Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Comunidad Campesina San Juan de Churin,. Huacho. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión,2019. Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2904/TENA%20TRUJILLO%20y%20GARAY%20ANASTACIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. **SUPERINTENDENCIA Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)**. Quiénes somos. Lima: s.n. Disponible en: <https://www.sunass.gob.pe/sunass/quienes-somos/>
26. **MINISTERIO del Ambiente (MINAM)**. Estándares de Calidad Ambiental. Lima : s.n. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/estandares-de-calidad-ambiental/wp-content/uploads/sites/146/2017/06/Preguntas-frecuentes.pdf>
27. **FUENTES RIVAS, Rosa María; RAMOS LEAL, José Alfredo; JIMENEZ MOLEON, María del Carmen y ESPARZA SOTO, Mario**. Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle de Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D. Rev.

- Int. Contam. Ambient [online]. 2015, vol.31, n.3 [citado 2021-02-25], pp.253-264. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992015000300005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0188-4999.
28. **CEGARRA SANCHEZ, José.** Metodología de la investigación científica y tecnológica. Madrid: Díaz de Santos, S. A., 2011. <http://www4.ujaen.es/~eramirez/Descargas/tema6>
29. **HERNANDEZ SAMPIERE, Roberto.** Metodología de la investigación, México, ISBN:978-1-4562-2396-0,2014.<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
30. **ROMERO-AGUILAR, Mariana; COLIN-CRUZ, Arturo; SANCHEZ-SALINAS, Enrique y ORTIZ-HERNANDEZ, Ma. Laura.** Wastewater treatment by an artificial wetlands pilot system: evaluation of the organic charge removal. Rev. Int. Contam. Ambient [online]. 2009, vol.25, n.3 [citado 2021-02-13], pp.157-167. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000300004&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0188-4999.
31. **CLEMENTE, Ainhoa Rubio; CHICA ARRIETA, Edwin Lenin and PENUELA MESA, Gustavo Antonio.** Procesos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de contaminantes orgánicos emergentes. Rev. Ambient. Agua [online]. 2013, vol.8, n.3 [cited 2021-02-13], pp.93-103. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980993X2013000300008&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1980-993X. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1176>.
32. **BAZANT, Jan.** Sistemas urbanos alternativos para el biotratamiento y reciclaje de aguas residuales en colonias de bajos ingresos.Pap. poblac [online]. 2003, vol.9, n.36, pp.241-259. ISSN 2448-7147.Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252003000200010&lang=e.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables
Generales			
<p>¿Cuál será la propuesta de mejora para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) del Distrito de Apata, Jauja?</p>	<p>Plantear una propuesta de mejora para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Distrito de Apata, Jauja.</p>	<p>Hi: La propuesta de mejora para el funcionamiento de la PTARD es el mantenimiento, aplicación de cloración y uso de ME. Ho: La propuesta de mejora para el funcionamiento de la PTARD no es el mantenimiento, aplicación de cloración y uso de ME.</p>	
Específicos			
<p>¿Todos los parámetros evaluados cumplen con los LMP del D.S. n.º003-2010-MINAM?</p>	<p>Determinar qué parámetros evaluados cumplen con los LMP del D.S. n.º 003-2010-MINAM</p>	<p>Hi: La cloración en el tratamiento final influye significativamente en la disminución de coliformes termotolerantes en el efluente. Ho: La cloración en el tratamiento final no influye significativamente en la disminución de coliformes Termotolerantes en el efluente.</p>	
<p>¿Cada unidad de la PTARD está cumpliendo con su funcionamiento?</p>	<p>Evaluar qué unidades de la PTARD cumplen con su funcionamiento.</p>	<p>Hi: El uso de Microorganismos Eficaces en las lagunas facultativas influye significativamente en la disminución de los parámetros Ho: El uso de Microorganismos Eficaces en las lagunas facultativas no influye significativamente en la disminución de los parámetros.</p>	
<p>¿La PTARD ha sido correctamente diseñada teniendo en cuenta el tiempo y espacio?</p>	<p>Evaluar si la PTARD ha sido correctamente diseñada teniendo en cuenta el tiempo y espacio.</p>	<p>Hi: El caudal de ingreso de la PTAR no supera al caudal de diseño. Ho: El caudal de ingreso de la PTAR supera al caudal de diseño.</p>	

ANEXO 2. FICHA DE OBSERVACIÓN

FECHA	Unidades de la PTARD	Observación
Del 15/02/21 Hasta 18/02/21	Cámara de rejillas	<ul style="list-style-type: none"> - Las rejillas no tenían espacios uniformes y se encontraban muy oxidadas. - Había acumulación de residuos sólidos, animales muertos (ratas)
	Laguna primaria 1	<ul style="list-style-type: none"> - En la laguna el color del agua era color verdoso - Había aves nadando - Algunos residuos sólidos flotando.
	Laguna primaria 2	<ul style="list-style-type: none"> - Había 6 perros muertos - Las algas tenían el color rosado - El olor era a huevo podrido - Había presencia de pastos - Moscas de diferentes variedades
	Laguna secundaria 1	<ul style="list-style-type: none"> - Algas en gran cantidad - Había 2 perros muertos - Moscas de diferentes variedades
	Laguna secundaria 2	<ul style="list-style-type: none"> - Algas en gran cantidad - Las cámaras de distribución se encontraban tapadas por pastos - Moscas de diferentes variedades
	Cámara de desinfección	<ul style="list-style-type: none"> - No echan cloro - No hay limpieza del lugar
	Otros componentes	
	Cercos	Los espacios entre alambres son muy grandes que pueden dejar pasar personas y animales.
	Tubos	No tenían una buena nivelación para el paso correcto de las aguas, es por eso que, por algunos tubos, las aguas de la laguna primaria 1, pasaban a la laguna primaria 2.
	Cámaras de distribución	<ul style="list-style-type: none"> - Pastos en gran cantidad debido a la falta de mantenimiento - Residuos sólidos en descomposición dentro de algunas cámaras de distribución
Puerta	No tienen seguro (candado)	

ANEXO 3. CUESTIONARIO

Apellidos y Nombres:	Percy Rivera Refulio
Cel:	987654321
Área:	Subgerencia de medio ambiente y servicios públicos
Pregunta	Respuesta
¿En qué año se construyó la PTARD?	2016
¿Cuántos monitoreos de agua de la PTARD realizaron?	No se han realizado ningún monitoreo de las aguas residuales hasta la fecha
¿Cuál es el instrumento de gestión ambiental?	Si tiene IGA pero se ha extraviado
¿Cuál es el tiempo de vida útil de la PTARD?	20 años
¿Realizan operación y mantenimiento de la PTARD?	Algunas veces se ha realizado limpieza de las lagunas con palos con red pequeñas para recoger las algas.
¿Cuál es el caudal de entrada?	Q = 4,6 L/s

ANEXO 5. INFORME DEL AMBIENTAL LABORATORIO S. A. C.



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-027-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: Samy Yasmin Ramos Jiménez. Yevina Franlie Sánchez Contreras. Liz Sandra Soto Aguila.
DOMICILIO LEGAL	: -----
SOLICITADO POR	: Bachilleres de Ingeniería Ambiental.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual "Propuesta de Mejora Para el Funcionamiento de la PTAR del Distrito de Apata".
PROCEDENCIA	: Apata – Jauja – Junín.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS – 009 – 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 4 frascos de plástico y 2 frasco de vidrio estéril.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 22/02/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 22/02/2021 – 01/03/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
A1	M-21-44	0459707.211	8689948.662	22/02/2021	12:10	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23rd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.2017	Temperature, Laboratory and Field Methods
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C
Coliformes Fecales*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Aceites y Grasas	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. 2010	N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E. 12/2020

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-027-21

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
A1	Demanda Química de Oxígeno	120.0	O ₂ mg/L
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	72.80	mg/L
	pH	6.8	Unidad pH
	Temperatura	12.5	°C
	Sólidos Totales en Suspensión	100.50	mg/L
	Coliformes Fecales	32 x 10 ⁴	NMP/100 mL
	Aceites y Grasas	28.50	mg/L

Huancayo, 02 de Marzo del 2021

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-028-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: Samy Yasmin Ramos Jiménez. Yevina Franlie Sánchez Contreras. Liz Sandra Soto Aguilá.
DOMICILIO LEGAL	: -----
SOLICITADO POR	: Bachilleres de Ingeniería Ambiental.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual "Propuesta de Mejora Para el Funcionamiento de la PTAR del Distrito de Apata".
PROCEDENCIA	: Apata – Jauja – Junín.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS – 009 – 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 4 frascos de plástico y 2 frasco de vidrio estéril.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 22/02/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 22/02/2021 – 01/03/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
LP-01	M-21-45	0459771.763	8690049.765	22/02/2021	12:52	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23rd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.2017	Temperature, Laboratory and Field Methods
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C
Coliformes Fecales*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Aceites y Grasas	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. 2010	N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-028-21

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
LP-01	Demanda Química de Oxígeno	115.3	O ₂ mg/L
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	50.43	mg/L
	pH	7.58	Unidad pH
	Temperatura	13.0	°C
	Sólidos Totales en Suspensión	95.55	mg/L
	Coliformes Fecales	2.84 x 10 ⁵	NMP/100 mL
	Aceites y Grasas	29.45	mg/L

Huancayo, 02 de Marzo del 2021



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-030-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: Samy Yasmin Ramos Jiménez. Yevina Franlie Sánchez Contreras. Liz Sandra Soto Aguila.
DOMICILIO LEGAL	: -----
SOLICITADO POR	: Bachilleres de Ingeniería Ambiental.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual 'Propuesta de Mejora Para el Funcionamiento de la PTAR del Distrito de Apata'.
PROCEDENCIA	: Apata – Jauja – Junín.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS – 009 – 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 4 frascos de plástico y 2 frasco de vidrio estéril.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 22/02/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 22/02/2021 – 01/03/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
LS-01	M-21-47	0459668.831	8690037.791	22/02/2021	13:13	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23rd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.2017	Temperature, Laboratory and Field Methods
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C
Coliformes Fecales*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Aceites y Grasas	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. 2010	N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-030-21

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
LS-01	Demanda Química de Oxígeno	100.20	O ₂ mg/L
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	50.72	mg/L
	pH	6.72	Unidad pH
	Temperatura	12.5	°C
	Sólidos Totales en Suspensión	78.65	mg/L
	Coliformes Fecales	2.74 x 10 ⁶	NMP/100 mL
	Aceites y Grasas	21.38	mg/L

Huancayo, 02 de Marzo del 2021

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-031-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: Samy Yasmin Ramos Jiménez. Yevina Franlie Sánchez Contreas. Liz Sandra Soto Agulla.
DOMICILIO LEGAL	: -----
SOLICITADO POR	: Bachilleres de Ingeniería Ambiental.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual "Propuesta de Mejora Para el Funcionamiento de la PTAR del Distrito de Apata".
PROCEDENCIA	: Apata – Jauja – Junín.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS – 009 – 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 4 frascos de plástico y 2 frasco de vidrio estéril.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 22/02/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 22/02/2021 – 01/03/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
LS-02	M-21-48	0459614.181	8690045.35	22/02/2021	13:30	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23rd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.2017	Temperature, Laboratory and Field Methods
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C
Coliformes Fecales*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Aceites y Grasas	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. 2010	N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-031-21

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
LS-02	Demanda Química de Oxígeno	90.5	O ₂ mg/L
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	47.45	mg/L
	pH	6.69	Unidad pH
	Temperatura	13.0	°C
	Sólidos Totales en Suspensión	95.32	mg/L
	Coliformes Fecales	22 x 10 ⁴	NMP/100 mL
	Aceites y Grasas	20.00	mg/L

Huancayo, 02 de Marzo del 2021

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E.: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C., su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-032-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: Samy Yasmin Ramos Jiménez. Yevina Franlie Sánchez Contreras. Liz Sandra Soto Aguilá.
DOMICILIO LEGAL	: -----
SOLICITADO POR	: Bachilleres de Ingeniería Ambiental.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual "Propuesta de Mejora Para el Funcionamiento de la PTAR del Distrito de Apata".
PROCEDENCIA	: Apata – Jauja – Junín.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS – 009 – 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 4 frascos de plástico y 2 frasco de vidrio estéril.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 22/02/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 22/02/2021 – 01/03/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
E1	M-21-49	0459654.527	8689966.372	22/02/2021	13:46	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23rd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.2017	Temperature, Laboratory and Field Methods
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C
Coliformes Fecales*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Aceites y Grasas	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. 2010	N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-032-21

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
E1	Demanda Química de Oxígeno	86.90	O ₂ mg/L
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	46.55	mg/L
	pH	6.70	Unidad pH
	Temperatura	13.5	°C
	Sólidos Totales en Suspensión	89.75	mg/L
	Coliformes Fecales	2.0 x 10 ⁴	NMP/100 mL
	Aceites y Grasas	18.80	mg/L


Huancayo, 02 de Marzo del 2021

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2

ANEXO 6. INSPECCIÓN INICIAL






Cámara de rejas	Laguna primaria 1
	
Laguna primaria 2	Laguna secundaria 1
	
Laguna secundaria 2	Cerco
	

Cámara de cloración

PTAR - APATA



ANEXO 7. MEDICIÓN DE UNIDADES

<p>Cámara de rejas</p>	<p>Sistema de desinfección</p>
	
<p>Laguna Primaria 1</p>	<p>Laguna Primaria 2</p>
	
<p>Laguna Secundaria 1</p>	<p>Laguna Secundaria 2</p>
	

ANEXO 8. MEDICIÓN DE CAUDAL

Afluente

ANEXO 9. PUNTOS DE MUESTREO

<p>Afluente (A1)</p>	<p>Efluente (E1)</p>
	
<p>Laguna Primaria 1 (LP-1)</p>	<p>Laguna Primaria 2 (LP-2)</p>
	
<p>Laguna Secundaria 1 (LS-1)</p>	<p>Laguna Secundaria 2 (LS-2)</p>
	

ANEXO 10. CLORACIÓN

Peso de hipoclorito de calcio para la dosis mínima



Peso de hipoclorito de calcio para la dosis máxima



Preparación de la solución



Adición de la solución en un volumen de 7 litros



Hipoclorito de calcio con un tiempo de contacto de 2 minutos



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-053-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: Samy Yasmin Ramos Jiménez. Yevina Franke Sánchez Contreras. Liz Sandra Soto Aguilá.
DOMICILIO LEGAL SOLICITADO POR	: -----
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Bachilleres de Ingeniería Ambiental. : Análisis de Agua Residual "Propuesta de Mejora Para el Funcionamiento de la PTAR del Distrito de Apata".
PROCEDENCIA	: Apata – Jauja – Junín.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS – 035 – 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 2 frasco de vidrio estéril.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 29/04/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 29/04/2021 – 04/05/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
CL-01	M-21-87	0459654.527	8689966.572	29/04/2021	15:15	Agua Residual
CL-02	M-21-88	0459654.527	8689966.572	29/04/2021	15:15	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Coliformes Fecales*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
CL-01	Coliformes Fecales	1.8×10^4	NMP/100 mL
CL-02	Coliformes Fecales	1.4×10^4	NMP/100 mL

Huancayo, 04 de Mayo del 2021

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

Ing. Irwin R. Lozano Colera
ESP. DE LABORATORIO
CIP N° 172412

LAB-RR-004/ VERSIÓN 03/F.E.: 32/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C., su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 1

Hipoclorito de calcio con un tiempo de contacto de 30 minutos



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-056-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: Samy Yasmin Ramos Jiménez. Yevina Franlie Sánchez Contreras. Liz Sandra Solo Aguila.
DOMICILIO LEGAL	: -----
SOLICITADO POR	: Bachilleres de Ingeniería Ambiental.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual "Propuesta de Mejora Para el Funcionamiento de la PTAR del Distrito de Apata".
PROCEDENCIA	: Apata - Jauja - Junín.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS - 041 - 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 2 frasco de vidrio estéril.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 08/05/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 08/05/2021 - 11/05/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
CL-01	M-21-93	0459654.527	8689966.572	07/05/2021	13:53	Agua Residual
CL-02	M-21-94	0459654.527	8689966.572	07/05/2021	13:53	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Coliformes Fecales*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure.

* Coliformes Fecales es lo mismo que Coliformes Termotolerantes.

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
CL-01	Coliformes Fecales	5.5 x 10 ²	NMP/100 mL
CL-02	Coliformes Fecales	2.0 x 10 ²	NMP/100 mL



Huancayo, 12 de Mayo del 2021

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS
INTEGRACIÓN DE SERVICIOS
DE LABORATORIO

LAB-FR-004/VERSIÓN 01/ FE: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, pasado el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 1

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 - Chilca - Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N - Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 988900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

Ficha técnica del hipoclorito de calcio al 70 %



HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%



Hipoclorito de Calcio 70 % SODIUM PROCESS

*Certificado ante la National Sanitation Fundation (*NSF*)*

Nombre químico:	Hipoclorito de Calcio al 70 %
Fórmula química:	$2 \text{Ca}(\text{OH})_2 + 3 \text{Cl}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NaCl} + \text{NaCl}$
Presentación:	Granular
Color:	Blanco
Cloro Efectivo:	70 % min
Humedad:	5.5 % - 10 %
Tamaño Granular:	Malla 90
Empaque:	45 kg



PRODUCTO:

Cloro inorgánico con una concentración del 70% de cloro activo utilizado para fines de sanitización por su alto contenido de cloro libre capaz de oxidar materia orgánica.

Aqualife 70% es proceso sodio grado alimenticio cuenta con la certificación internacional National Sanitation Foundation (NSF) lo cual nos garantiza que este producto puede ser utilizado para fines de consumo humano debido a que no presenta ningún grado de toxicidad, así como una solubilidad absoluta.

Otro de las ventajas de este producto es su grado de estabilidad a la temperatura, lo que lo hace económicamente atractivo como podrá verse se trata de un producto de calidad internacional con un control estricto en cuanto a la materia prima utilizable obteniéndose una granulometría y color uniforme.

USOS:

- Cloración de piscinas y spas en instalaciones techadas;
- Desinfección de redes de distribución de aguas en los sistemas de embotelladoras, cervecerías, plantas potabilizadoras, plantas de tratamiento y aguas residuales;
- Industria Avícola, frutas y hortalizas, industria alimenticia en general;
- Desinfección del agua para la prevención de enfermedades de origen hídrico.

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS:

39.0 gramos por cada 10 m³ lo que proporcionará 3 ppm de cloro libre, considerando que el rango ideal para piscinas o consumo humano es de 3 ppm.

NOTA: Para aguas residuales con proceso biológico y sedimentación secundaria se recomiendan 20 ppm.

FORMA DE APLICACIÓN:

PISCINAS

Iniciar un tratamiento de supercloración con Diclora Aqualife a 5 ppm.

Después iniciar el tratamiento con Aqualife 70% de manera manual o automática a través de un clorador de acuerdo a las dosificaciones recomendadas. Para temperaturas mayores a 20 o la dosificación debe aumentarse al doble.



PLANTAS DE TRATAMIENTO:

Cloración mediante cloradores de contacto

El diseño y características de los cloradores en línea y fuera de línea nos permiten una opción y una serie de ventajas para la desinfección del agua por medio de compuestos clorados como son Hipoclorito de Calcio, dichos cloradores se encuentran regulados a través de una válvula que permite el paso del agua en dilución, el material del cual se encuentra construido no genera residuos de metales o productos químicos que puedan ser nocivos a la salud del consumidor también es importante considerar que tanto sus partes internas como externas son capaces de resistir residuos muy altos.

Dosificación por medio de bombas de impulsión

Una de las formas más precisas de dosificación de hipoclorito es mediante las bombas de inyección que tienen la forma de ajustar la dosificación proporcional al flujo a tratar para tal efecto se prepara una solución de hipoclorito de calcio previo a la dosificación considerando que el producto de solubilidad es de un gramo por 100 mililitros para tener una solución altamente clorada el cálculo es el siguiente:

Ejemplo:

Gasto a tratar: 100 m³ por día

Si partimos de una concentración de 3 ppm (partes por millón), o 3 gramos por m³, se procede de la siguiente manera.

Ajuste por concentración 300 gramos para 100 metros cúbicos.

Cloración por dilución directa:

Para la cloración por dilución directa se considera que la extracción del agua se efectuó por bombeo y de ahí a un tanque de almacenamiento para la distribución del sistema.



HOJA DE SEGURIDAD



HIPOCLORITO DE CALCIO 70%

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO QUIMICO

NOMBRE DEL PRODUCTO: HIPOCLORITO DE CALCIO 70%
FORMULA QUIMICA: CaCl_2O_2
SINONIMOS: Acido Hipocloroso, sal de calcio.
MARCA: HICLOR, PITTCLOR, CLIN CLOR



2. COMPOSICION, INFORMACION SOBRE LOS COMPONENTES

MATERIAL	PORCENTAJE
Hipoclorito de calcio 70 % (cloro efectivo min)	69%
Humedad	8 %
Granulometría (malla 14-50)	95.5 %
Alcali libre como NaOH	340 mg/kg

3. IDENTIFICACION DE PELIGROS

¡PELIGRO! OXIDANTE FUERTE. EN CONTACTO CON OTRO MATERIAL PUEDE PROVOCAR FUEGO. CORROSIVO. CAUSA QUEMADURAS A CUALQUIER AREA de CONTACTO. DAÑO SI SE TRAGASE O INHALASE. AGUA REACTIVO.

Salud: 2-Moderado

Inflamabilidad: 0-Ninguno

Reactividad: 3-Severo(Oxidizer)

Contacto: 2-Moderado

Equipo de Protección para Laboratorio: anteojos protectores, uniforme para laboratorio, campana de venteo, guantes apropiados

Código de Color: Amarillo (Reactivo)

INGENIEROS QUIMICOS Y ASOCIADOS S.A. CR 25 No.57-112 PALERMO
 TEL. (57 6) 8577120 8577121 8570402 FAX 8577122 CEL. 320 6953954

Email: ingenierosquimicos@iqasa.com
 MANIZALES-COLOMBIA

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Efectos Potenciales de Salud

Inhalación:

Corrosivo. Extremadamente destructivo para los tejidos de las membranas mucosas y tracto respiratorio superior. Los síntomas pueden ser sensación quemante, tos, jadeo, laringitis, falta de respiración, dolor de cabeza, náuseas y vómitos. La inhalación puede ser fatal como resultado de inflamación espasmódica, y edemas de la laringe y bronquios, neumonía química y edema pulmonar.

Ingestión:

Corrosivo. La ingestión puede producir quemaduras severas en la boca, garganta y estómago. Puede causar dolor de garganta, vómitos, diarrea.

Contacto con la Piel:

Corrosivo. Pueden ocurrir síntomas de enrojecimiento, dolor y quemaduras severas.

Contacto con los Ojos:

Corrosivo. El contacto puede causar visión borrosa, enrojecimiento, dolor y severas quemaduras tisulares.

Exposición Crónica:

Las exposiciones repetidas al hipoclorito de calcio podrían causar bronquitis con tos y/o insuficiencia respiratoria.

5. MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Incendio:

No combustible, pero la sustancia es un fuerte oxidante y su calor de reacción con agentes reductores o combustibles pueden provocar ignición. Térmicamente inestable; a temperaturas más altas, podría experimentar descomposición acelerada con liberación de calor y oxígeno.

Explosión:

Los contenedores sellados pueden romperse al calentarse. Puede ocurrir una explosión si se utiliza ya sea un extintor de tetracloruro de carbono o de compuesto de amonio seco para apagar un incendio involucrando hipoclorito de calcio. Sensible a los impactos mecánicos.

Medios Extintores de Incendio:

Utilice gran cantidad de agua como neblina o rociado. Use rociado de agua para mantener fríos los envases expuestos. Evite el contacto directo con el agua; reacciona con agua y libera gas de cloro. Combata el incendio desde una localidad protegida o desde la máxima distancia posible. No utilice extintores de incendio de producto químico seco que contenga compuestos de amonio. No utilice extintores de incendio de tetracloruro de carbono. No deje que el escurrimiento de agua entre a las alcantarillas o vías de agua.

Información Especial:

En el evento de un fuego, vestidos protectores completos y aparato respiratorio autónomo con mascarilla completa operando en la demanda de presión u-otro modo de presión positiva.

6. MEDIDAS EN CASO DE ESCAPE ACCIDENTAL

Elimine todas las fuentes de encendido. Mantenga el agua alejada del material derramado. Ventile el área de la fuga o derrame. Use el equipo de protección personal apropiado tal como se especifica en la Sección 8.

Derrames: limpie los derrames de una manera que no disperse polvo al aire. Utilice herramientas y equipo que no produzcan chispas. Recoja el derrame para su recuperación o descarte y colóquelo en un envase cerrado. No lo selle herméticamente.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Mantenga en un recipiente fuertemente cerrado, almacene en un área fresca, seca y ventilada. Proteja del daño físico y de la humedad. Aísle de toda fuente de calor o ignición. Evite almacenarlo en pisos de madera. Separe de materiales incompatibles, combustibles, orgánicos u otros materiales fácilmente oxidables. Los recipientes de este material pueden ser peligrosos al vaciarse puesto que retienen residuos del producto (polvo, sólidos); observe todas las advertencias y precauciones listadas para el producto.

8. CONTROL DE LA EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL

Límites de Exposición Aérea: No establecido.

Sistema de Ventilación: Se recomienda un sistema de aspiración local y/o general para mantener las exposiciones del empleado tan bajas como sea posible. Generalmente se prefiere la ventilación aspirante local porque puede controlar las emisiones de contaminantes en la fuente, impidiendo la dispersión en el área general de trabajo. Por favor consulte la última edición del documento de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), titulado: Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practices, para obtener más detalles.

Respiradores Personales (Aprobados por NIOSH):

En condiciones de uso donde la exposición a polvos o rocíos es aparente, se debe usar un respirador contra polvos/rocíos que cubra media cara. En emergencias o situaciones donde no se conocen los niveles de exposición, use un respirador que cubra toda la cara, de presión positiva y abastecido por aire.

ADVERTENCIA: Los respiradores con purificadores de aire no protegen a los trabajadores en atmósferas deficientes de oxígeno.

Protección de la Piel:

Usen vestimenta protectora impermeables, incluyendo botas, guantes, ropa de laboratorio, delantal o monos para evitar contacto con la piel.

Protección para los Ojos:

Utilice gafas protectoras contra productos químicos y/o un protector de cara completa donde el contacto sea posible. Mantener en el área de trabajo una instalación destinada al lavado, remojo y enjuague rápido de los ojos.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: Polvo blanco o blanco grisáceo.
 Olor: Olor como a cloro.
 Solubilidad: Soluble en agua; reacciona, liberando gas de cloro.
 Peso Específico: 2.35 @ 20C
 pH: No encontró información.
 % de Volátiles por Volumen @ 21C (70F): 0
 Punto de Ebullición: No encontró información.
 Punto de Fusión: Se descompone sobre los 177C (350F), liberando oxígeno.
 Densidad del Vapor (Air=1): 6.9
 Presión de Vapor (mm Hg): No aplicable.
 Tasa de Evaporación (BuAc=1): No encontró información.
 Estado Físico: Granular

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: Se descompone rápidamente al exponerse al aire. Podría descomponerse violentamente si se expone al calor o a la luz directa del sol. Térmicamente inestable; se descompone a los 177C (350F).

Productos Peligrosos de Descomposición: El hipoclorito de calcio libera oxígeno, cloro y monóxido de cloro.

Polimerización Peligrosa: No ocurrirá.

Incompatibilidades: El hipoclorito de calcio es un oxidante fuerte. Reacciona con agua y ácidos liberando gas de cloro. Forma compuestos explosivos con amoníaco y aminas. Incompatible con materias orgánicas, compuestos de nitrógeno y materiales combustibles.

Condiciones a Evitar: Calor, llamas, humedad, polvo, fuentes de ignición y choque e incompatibles.

11. INFORMACION TOXICOLÓGICA

Calcium hypochlorite: LD50 oral en ratas: 850 mg/kg. Ha sido investigado como tumorigeno y mutagénico.

Ingrediente	--Carcinógeno NTP--		Categoría IARC
	Conocido	Anticipado	
Calcium Hypochlorite (7778-54-3)	No	No	3

12. INFORMACION ECOLÓGICA

Suerte Ecológica: No encontró información.

Toxicidad Ambiental: No encontró información.

INGENIEROS QUÍMICOS Y ASOCIADOS S.A. CR 25 No. 67-112 PALERMO
 TEL. (57 6) 8877120 8877121 8870402 FAX 8877122 CEL. 320 6993054
 Email: ingenierosquimicos@iqasa.com
 MANIZALES-COLOMBIA

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICIÓN DEL PRODUCTO

Lo que no se pueda conservar para recuperación o reciclaje debe ser manejado como desecho peligroso y enviado a una instalación para desechos aprobada por RCRA. El procesamiento, utilización o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de manejo del desecho. Las regulaciones de desecho estatales y locales pueden diferir de las regulaciones federales de desecho. Deseche el envase y el contenido no usado de acuerdo con los requerimientos federales, estatales y locales

14. INFORMACION SOBRE EL TRANSPORTE

Carretera (Tierra, D.O.T.)
 Nombre Legal de Embarque: CALCIUM HYPOCHLORITE MIXTURE, DRY
 Clase Peligrosa: 5.1
 UN/NA: UN1748
 Grupo de Empaque: II
 Información reportada sobre el producto/tamaño: 2.5KG

15. INFORMACION REGLAMENTARIA REGULATORIA

-----\Estado de Inventario Químico - Parte 1\-----				
Ingrediente	TSCA	EC	Japan	Australia
Calcium Hypochlorite (7778-54-3)	Si	Si	Si	Si
----\Estado de Inventario Químico - Parte 2\-----				
Ingrediente	Korea	--Canada-- DSL NDSL		Phil.
Calcium Hypochlorite (7778-54-3)	Si	Si	No	Si
-----\Regulaciones Federales, Estatales e Internacionales - Parte 1\-----				
Ingrediente	-SARA 302- RQ	TPQ	List	-----SARA 313----- Chemical Catg.
Calcium Hypochlorite (7778-54-3)	No	No	No	No
-----\Regulaciones Federales, Estatales e Internacionales - Parte 2\-----				
Ingrediente	CERCLA	-RCRA- 261.33	-TSCA- 8 (d)	
Calcium Hypochlorite (7778-54-3)	10	No	No	

Chemical Weapons Convention: No TSCA 12 (b): No CDTA: No
 SARA 311/312: Agudo: Si Crónico: Si Inflamabilidad: Si Presion: No
 Reactividad: Si (Puro / Sólido)

Australian Hazchem Code: 2PE

Poison Schedule: S5 WHMIS:

Esta HDSM ha sido preparada de acuerdo con el criterio de peligro de las Regulaciones de Productos Controlados (CPR siglas en inglés), y la Hoja de Datos de Seguridad del Material contiene toda la información requerida por las CPR.

16. INFORMACION ADICIONAL

Clasificaciones NFPA:

Salud: 3

Inflamabilidad: 0

Reactividad: 1

Otro: Oxidizer

Etiqueta de Advertencia de Peligro: ¡PELIGRO! OXIDANTE FUERTE. EN CONTACTO CON OTRO MATERIAL PUEDE PROVOCAR FUEGO. CORROSIVO. CAUSA QUEMADURAS A CUALQUIER AREA de CONTACTO. DAÑO SI SE TRAGASE O INHALASE. AGUA REACTIVO.

Etiqueta de Precauciones:

No permita contacto con vestimentas y otros materiales combustibles.

Almacene en un recipiente fuertemente cerrado.

Quitarse y lavar vestimenta contaminada rápidamente.

No almacene cerca de materiales combustibles.

No llevar a los ojos, piel, ó vestimentas.

No respirar polvo o vapor.

Mantenga recipiente cerrado.

Utilice solamente con ventilación adecuada.

Lave completamente después de manipuleo.

No haga contacto con agua.

Etiqueta de Primeros Auxilios:

Si tragara, NO INDUCIR EL VOMITO. Dar cantidades grandes de agua. Nunca dar nada por boca a una persona inconciente. Si inhalara, retirarse al aire fresco. Si la persona no respira, dar respiración artificial. Si respiración fuera difícil, dar oxígeno. Si hubo contacto, lave los ojos o piel con inmediatamente con agua abundante por lo menos 15 minutos mientras se quita la ropa y zapatos contaminados. Lave la ropa contaminada antes de usarla nuevamente. En todos los casos, busque atención médica inmediatamente.