



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

“Análisis de la eficiencia y propuesta de alternativas en el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua”.

Realizado por:

MARLON SAUL RODRÍGUEZ LINARES

Director del proyecto:

MSc. Katty Coral

Como requisito para la obtención del título de:

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, septiembre 2021

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, MARLON SAUL RODRIGUEZ LINARES, con cédula de identidad # 180493075-6, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Marlon Saúl Rodríguez Linares

C.I: 1804930756

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS EN EL MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

Realizado por:

MARLON SAUL RODRIGUEZ LINARES

como Requisito para la Obtención del Título de:

Magíster en Gestión Ambiental

ha sido dirigido por el profesor

KATTY CORAL

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Katty Coral

DIRECTORA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

JESUS LOPEZ

ALBERTO AGUIRRE

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el
tribunal examinador

Jesús López



Alberto Aguirre

Quito, septiembre de 2021

DEDICATORIA

Dedico esta victoria a todas las personas que me apoyaron a lo largo de este proceso de crecimiento personal y profesional.

A mis padres Elena y Saúl quienes me apoyaron en el transcurso difícil de esta victoria. A mi hermana Angie a quien dedico este título como signo de seguir avanzando en nuestras metas y me veas como un ejemplo a seguir.

A mis profesores de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK por la gratitud al conocimiento brindado.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su bendición infinita en todos los viajes, momentos buenos y momentos malos del día a día, por no desampararme en el difícil progreso de maestría.

A mi familia y amigos por la ayuda brindada.

A la Universidad SEK, por fomentar mi formación profesional e inculcarme nuevos conocimientos en diferentes áreas académicas en especial a mi directora de tesis MSc.Katty Coral y el comité lector, por el apoyo y la paciencia para guiarme en todo el proceso.

Además, agradecer a Leonardo Maroto alcalde del cantón San Pedro de Pelileo, por confiar en mis habilidades y brindarme esa mano de apoyo que siempre necesitamos

Para todos ellos muchas gracias y la energía universal los bendiga

“Análisis de la eficiencia y propuesta de alternativas en el mejoramiento de la Planta Tratamiento de Aguas Residuales del Camal Municipal del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua”.

“Analysis of the efficiency and proposal of alternatives in the improvement of the Wastewater Treatment Plant of the Municipal Camal of the San Pedro de Pelileo Canton, Tungurahua Province”.

Marlon Saúl Rodríguez

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
2. Materiales y Métodos	20
3. Resultados y Discusión	23
4 DISCUSIÓN	48
4. CONCLUSIONES	49
5. RECOMENDACIONES	50
6. REFERENCIAS	51

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Cantones de la Provincia de Tungurahua.....	20
Ilustración 2 Ubicación Proyecto Camal Municipal	24
Ilustración 3 Descripción del tratamiento de efluentes según (Casamco, 2019)	25
Ilustración 4 Eficiencia de remoción de contaminantes	37
Ilustración 5 Edad	40
Ilustración 6 Sexo.....	40
Ilustración 7 Como considera Ud la ubicación del camal	41
Ilustración 8 ¿Cómo considera Ud. la infraestructura actual de la planta de tratamiento de aguas residuales camal municipal?.....	42
Ilustración 9.¿Cómo considera Ud. el tratamiento de las aguas residuales?	42
Ilustración 10 capacitaciones realizadas por las autoridades del GAD	43
Ilustración 11 que existe personal capacitado en el camal para el tratamiento de las aguas residuales	44
Ilustración 12 realizar capacitar y designar personal técnico para el funcionamiento de la PTAR ...	44
<i>Ilustración 13 Considera Ud. que existe contaminación ambiental por las aguas residuales del camal.....</i>	<i>45</i>
Ilustración 14 Considera que los malos olores son por el mal funcionamiento de la PTAR	46
Ilustración 15 Implementación de mejoras para la repotenciación	46
Ilustración 16 Sabía Ud. que las aguas residuales del camal se dirigen al alcantarillado público sin tratamiento	47
Ilustración 17 Estaría dispuesto a asistir a capacitaciones y charlas para el correcto funcionamiento de la PTAR.....	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación y tipo de procedencia de los efluentes	13
Tabla 2 Composición del agua residual según (López-García et al., 2016).....	13
Tabla 3 Tipos de tratamiento en aguas residuales provenientes de camales según (Moreno et al., 2003).....	18
Tabla 4 Datos Generales del Cantón San Pedro de Pelileo.....	21
Tabla 5 Resultado analítico entrada planta de tratamiento	28
Tabla 6 Resultado analítico salida planta de tratamiento	29
Tabla 7 Eficiencia de la remoción de contaminantes según (Romero Rojas, 1999).....	37

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como fin analizar la eficiencia y proponer alternativas de mejoramiento en la planta de tratamiento de las aguas residuales del camal municipal del cantón San Pedro de Pelileo ubicado en la provincia de Tungurahua, esto se efectuó en base a los resultados obtenidos de los análisis de aguas realizados en el mes de julio del año 2021 por el laboratorio acreditado LABCESTTA. Se identificó que los parámetros fisicoquímicos no cumplen con los límites máximos permisibles de la normativa ambiental vigente y de esta manera se analizó la eficiencia de la planta de tratamiento, logrando identificar los principales problemas del sistema de tratamiento de aguas residuales y proponiendo, a su vez alternativas de mejoramiento para mitigar y controlar los impactos ambientales negativos y potencializar los impactos positivos del proyecto.

Como resultado de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal se obtiene que para DBO⁵ es del 49,9 % y para la DQO es del 46% estos parámetros se encuentran muy por encima de lo que establece la normativa ecuatoriana, siendo necesario la aplicación de procesos avanzados de oxidación como es el proceso Fenton, que se basa en la adición simultánea de un catalizador de hierro soluble en agua y peróxido de hidrogeno el agente oxidante, la implementación del tratamiento anaerobio de flujo ascendente (UASB) para minimizar la carga orgánica del efluente como también la implementación de una cama de vermicompostaje, para generar abono orgánico y emplearlo en la agricultura.

El Gobierno Autónomo Municipal del Cantón San Pedro de Pelileo ha mostrado interés en el presente proyecto por lo que se proponen alternativas de mejoramiento en los procesos de tratamiento de aguas residuales con en el mantenimiento y limpieza periódico de la infraestructura como también la construcción de un tanque para el tratamiento anaerobio y así mitigar los impactos negativos al entorno natural y social.

Palabras clave: Aguas Residuales, Normativa Ambiental, Efluentes, Contaminación, Tratamiento

ABSTRACT

The purpose of this research work was to analyze the efficiency and propose improvement alternatives in the wastewater treatment plant of the municipal slaughterhouse of the San Pedro de Pelileo canton located in the province of Tungurahua, this was carried out based on the results obtained of the water analyzes carried out in July 2021 by the accredited laboratory LABCESTTA. It was identified that the physicochemical parameters do not comply with the maximum permissible limits of the current environmental regulations and in this way the efficiency of the treatment plant was analyzed, managing to identify the main problems of the wastewater treatment system and proposing, in turn improvement alternatives to mitigate and control negative environmental impacts and enhance the positive impacts of the project.

As a result of the efficiency of the municipal wastewater treatment plant, it is obtained that for BOD₅ it is 49.9% and for COD it is 46%, these parameters are well above what is established by Ecuadorian regulations, being necessary the application of advanced oxidation processes such as the Fenton process, which is based on the simultaneous addition of a water-soluble iron catalyst and hydrogen peroxide the oxidizing agent, the implementation of the upflow anaerobic treatment (UASB) to minimize the organic load of the effluent as well as the implementation of a vermicomposting bed, to generate organic fertilizer and use it in agriculture.

The Municipal Autonomous Government of the Canton of San Pedro de Pelileo has shown interest in this project, which is why alternatives are proposed to improve the wastewater treatment processes with the periodic maintenance and cleaning of the infrastructure as well as the construction of a tank. for anaerobic treatment and thus mitigate negative impacts on the natural and social environment.

Keywords: Wastewater, Environmental Regulations, Effluents, Pollution, Treatment

INTRODUCCIÓN

- **Aguas Residuales**

Las aguas residuales son aquellas aguas empleadas en diferentes actividades por el ser humano y que generan sustancias contaminantes tóxicas, que alteran y modifican las propiedades de los ecosistemas en el medio ambiente, existen varios tipos de aguas contaminadas dependiendo de las sustancias contaminantes que contienen y cada tipo requiere un proceso de tratamiento específico para reducir la contaminación al ambiente y la salud humana (Robledo Zacarías et al., 2017).

Los efluentes residuales contaminados por sustancias tóxicas o químicas generan impactos negativos en los ecosistemas naturales y a la salud de los seres humanos, por efectos de la contaminación las propiedades fisicoquímicas del agua son alteradas, siendo necesario aplicar tratamientos para evitar y mitigar los efluentes contaminados conocidos como aguas residuales, aguas industriales, aguas negras, aguas domésticas, municipales y poder brindar una calidad de vida a los ciudadanos (Olarte, Cabrera, & Bustinza, 2019).

La composición de las aguas residuales posee características, químicas, físicas y biológicas y varían dependiendo del uso de agua que se le atribuya, las aguas residuales portadores de residuos domésticos e industriales dependen totalmente de la actividad que desarrolla la empresa generando sustancias tóxicas como metales pesados y generación de materia orgánica que alteran el ambiente y deben ser tratadas para evitar la contaminación (Camacho, et al 2020).

Las aguas residuales contienen altas concentraciones de contaminantes, principalmente: materia orgánica, aceites, grasas, amoníacos, metales pesados, nitrógenos, fósforo, coliformes que contaminan las aguas superficiales y subterráneas (lagos, mares, océanos y ríos). Estos efluentes contaminados tienen origen en los vertimientos de uso industrial, domestico, ganadería, minería entre otros (Malpartida Campos, 2020).

Según (Oikawa, 2008), la clasificación de los efluentes es dependiente de la procedencia del uso del agua potable (tabla 1):

Tabla 1 Clasificación y tipo de procedencia de los efluentes

Clasificación por procedencia	Tipo de procedencia	Características
Domestico urbano	Urbano/Comercial	Se trata del uso de agua en las viviendas
Aguas negras	Inodoros	Contiene excrementos humanos y orina
Aguas grises	Limpieza	De lavado de manos, lavadora, duchas
Industrial	Mataderos/Camal/Industrial/Minería	El agua se utiliza para un desarrollo productivo, lavado, limpieza
Agraria	Agricultura/ganadería	El uso es en regadío, alimentación de animales.
Municipales	Domestico/pluvial/industrial	Es una combinación que depende de cada municipalidad

- **Composición agua residual**

Todos estos componentes modifican la calidad del agua, son perdurables en el tiempo y son difíciles de degradar afectando a los ecosistemas naturales (López-García et al., 2016).

Tabla 2 Composición del agua residual según (López-García et al., 2016).

Orgánico	Inorgánico	Gases
Demanda biológica de oxígeno (DBO ⁵)	Cloruros	Nitrógeno N ²
Demanda química de oxígeno (DQO)	Alcalinidad y Basicidad (pH)	Oxígeno O ²
Carbono Orgánico total	Nitratos	Dióxido de carbono CO ²
Grasas y aceites	Metales pesados	Sulfuro de Hidrogeno H ² S
Bacterias	Azufre	Amoniacó
Microorganismos y Proteínas	Fósforo	Metano CH ₄

- **Composición de las Aguas Residuales**

Las aguas residuales por la variedad de componentes que contienen pueden clasificarse en aguas contaminadas con componentes químicos, físicos y biológicos, principalmente se debe establecer la procedencia de los efluentes para seleccionar las operaciones y procesos de tratamiento más eficaces y económicos (Bedoya, et al 2013).

Los mataderos o camales generan aguas residuales con parámetros importantes a evaluar como son DQO, DBQ, Aceites y Grasas, pH, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, turbiedad, temperatura, sólidos y conductividad.

- **Parámetros Físicos.**

Las características principales de un agua residuales son: color, olor, turbidez, temperatura, sólidos y conductividad.

- **Temperatura.** - La temperatura es un importante parámetro porque afecta directamente a las reacciones químicas como también la velocidad de la reacción, afecta a los ecosistemas acuáticos y terrestres (Delgadillo et al., 2010). La temperatura del efluente residual por lo general es mayor que el agua que ingresa al sistema para abastecimiento como consecuencia del uso de agua caliente en los procesos industriales (Pérez, 2016).
 - **pH.** - Es un parámetro de gran importancia que determina la calidad de agua residual, los procesos de tratamiento biológico se desarrollan en un rango estrecho y crítico de (5,5 – 9,5) aunque algunos microorganismos pueden vivir en valores extremos de pH.
 - **Turbidez.** - La turbidez es generada por los residuos sólidos y partículas en suspensión, contiene arcilla, limo, materia orgánica, microorganismos, que provocan una coloración oscura al agua (Pérez, 2016).
- Color.** - Los efluentes usados por sólidos en suspensión y sustancias en solución se denominan color aparente, el color causado por sustancias disueltas se denominan color verdadero, esto da una estimación del agua residual (Pérez, 2016).
- **Olor.** - Las aguas residuales desprenden gases con un olor no tan agradable por la descomposición de la materia orgánica, mientras más tiempo se encuentre en

descomposición el olor será más elevado (Sardiñas, Chiroles, Fernández, Hernández Yusaima, & Pérez, 2006).

- **Conductividad.** - El agua puede transportar corriente eléctrica, depende de la concentración total de sustancias ionizadas disueltas, se usa mucho en análisis de agua para obtener un estimado rápido del contenido sólido disuelto (Sardiñas, 2016).

- **Parámetros Químicos**

Estos parámetros son clasificados en orgánicos e inorgánicos

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO⁵).** - Se define por la cantidad de oxígeno que precisan los microorganismos, para la degradación de la materia orgánica biodegradable en un tiempo de cinco días y a una temperatura de 20°C (Mayunga, 2012).
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO).** - Es la cantidad de oxígeno que se necesita para la oxidación de la materia orgánica y de compuestos inorgánicos, a través de la reacción química (Bonilla, 2007).
- **Aceites y Grasas.** - Son sustancias insolubles, en contacto con el agua flotan en la superficie formando espumas, natas y capas sobre el agua, en industrias los aceites y grasas son los principales lípidos utilizados dificultando en los tratamientos físicos y químicos, no permite el paso de la luz a través del agua ni la salida de CO₂, provocan deficiencia en los procesos biológicos anaerobios (Mayunga, 2012).
- **Sólidos.** - Se define como toda la materia sólida que permanece como residuo después del secado o evaporación de la materia., los sólidos se definen como sólidos disueltos y sólidos en suspensión en los efluentes residuales.
- **Detergentes.** - Son productos químicos que se utilizan en las limpiezas domésticas e industriales y actúan como contaminantes al ser arrojadas en las aguas residuales, estas sustancias generan problemas al tratamiento de los efluentes
- **Nitrógeno.** - Junto con el fósforo es el alimento esencial para microorganismos y plantas contribuyen para el agotamiento del oxígeno de las aguas, forma sustancia amoniacal por descomposición bacteriana. (Villar, 2017).

- **Fósforo.** - Es un sustrato esencial para el crecimiento de los microorganismos, provoca el crecimiento excesivo de algas en las aguas receptoras, causando la disminución del oxígeno.

- **Parámetros Biológicos**

Las aguas residuales contienen un sin número de microorganismos que mantienen la actividad biológica, su crecimiento y desarrollo dependen de parámetros como temperaturas, pH, materia orgánica y nutrientes.

- **Aguas residuales a nivel mundial**

Los efluentes contaminados a nivel mundial tienden a incrementarse debido al crecimiento exponencial de las actividades industriales y al crecimiento poblacional (Carvajal Rowan, Zapattini Irala, & Quintero Zamora, 2018). En la mayoría de los países, para contrarrestar este factor universal, están promoviendo medidas de mitigación a través de proyectos con enfoques ambientales y desarrollando nuevas tecnologías para el tratamiento de las aguas residuales. En los países desarrollados promueven el tratamiento aproximadamente del 70% de los efluentes industriales y municipales, mientras que en los países subdesarrollados el 38% tienen algún tipo de tratamiento. A escala global el 80% de las aguas residuales no presentan tratamiento alguno y son vertidas directamente a fuentes naturales de agua dulce y terminan desembocando en los mares y océanos generando impactos negativos al medio ambiente. (UNESCO, 2017).

La Organización Mundial de Salud (OMS) (2018), considera que las aguas residuales contienen patógenos que generan enfermedades a los seres vivos y que estos efluentes deben ser analizados y comparados con normas y valores estándares de calidad del agua para seleccionar los tratamientos adecuados y con mayor eficacia en la eliminación de contaminantes como medidas de mitigación a los impactos negativos al medio ambiente. Es por ello que varias industrias a nivel mundial se unieron para cumplir con los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030 siendo uno de ellos el número 6 “Agua limpia y Saneamiento”, en el cual proponen diferentes alternativas para el tratamiento de sus aguas residuales tanto industriales como municipales.

- **Aguas residuales en Latinoamérica**

Según el Banco mundial (2018), en Latinoamérica solo el 30% del agua residual reciben un adecuado tratamiento y el 70% desemboca de manera directa a los ríos llegando fácilmente al mar. En América Latina la contaminación de las aguas residuales de los camales sigue generando impactos negativos a los ecosistemas naturales sin embargo en varios países se disponen de normativas ambientales vigentes, pero se observa ausencia de educación ambiental, no se promueven estrategias para desarrollar una producción más limpia. El 99% de las aguas residuales de los camales o mataderos no presentan tratamientos a sus efluentes el cual desembocan en el alcantarillado o a los ríos, el 93% de camales municipales tienen altas concentraciones de Sólidos Totales (87,3%) DBO⁵ (92,3%) y DQO (70,7%) contaminando el recurso agua que en varios sectores es utilizado para consumo humano (Farías, 2017).

- **Aguas residuales a nivel nacional**

En el Ecuador existen pocas ciudades que tienen un sistema de tratamiento de aguas residuales, de los 215 municipios del país, tan solo el 62% tienen un sistema de tratamiento de aguas residuales, mientras que el resto no realiza algún tratamiento a sus efluentes, la región sierra posee el mayor número de plantas de tratamiento más del 50%, la región costa el 31% y el 18,5% en la región amazónica, el 0,5% la región Insular (Ruiz, 2011).

En Ecuador y otros países de Latinoamérica existen leyes y entes reguladores de calidad ambiental y a pesar de estas herramientas favorecedoras se ha observado que no tienen una gestión y tratamiento adecuado de las aguas residuales provenientes de los camales sobrepasando los límites máximos permisibles para cuerpos de agua principalmente en: DBO₅, DQO, sólidos totales, ocasionando en forma continua impactos negativos al medio ambiente (Rubio, 2009).

- **Aguas residuales de los camales o mataderos**

Los efluentes de los camales se clasifican como agua residual de tipo industrial, por su alto contenido de carga orgánica proveniente del faenamiento de animales: vacunos, porcinos, aves, bovinos para el consumo humano. Estas aguas residuales son altamente peligrosas para los ecosistemas naturales por su elevada carga orgánica, bacterias y microorganismos, los

cuales no tienen un adecuado tratamiento y son direccionados a las alcantarillas, quebradas, ríos y al mar, generando de manera directa o indirecta impactos negativos a la salud y al ambiente, por ello es urgente promover una producción más limpia con alternativas amigables con el ambiente y reducir la contaminación y sus costos de producción (Malpartida Campos, 2020).

Las aguas residuales provenientes de los camales contienen compuestos orgánicos fundamentales que facilitan el desarrollo de microorganismos que afectan a la salud de las personas, generación de malos olores, presencia de roedores y vectores, que generan afecciones a la calidad de vida de los ciudadanos. Estas aguas industriales también pueden contener, protozoos, virus y bacterias que vienen de animales con enfermedades que son sacrificados y si estas aguas residuales no son tratadas adecuadamente pueden pasar a la cadena trófica afectando la salud e inclusive causando la muerte en el ser humano (Olarte et al., 2019).

El tratamiento de las aguas residuales de los camales consiste en una serie de procesos químicos, físicos y biológicos que tiene como fin eliminar los contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes en el agua, el objetivo del tratamiento es producir agua limpia para ser reutilizado en el medio ambiente.

• Tabla 3 Tipos de tratamiento en aguas residuales provenientes de camales según (Moreno et al., 2003).

Procesos	Tipos	Funciones
1. Pre tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Cribado • Sedimentación 	Se encarga de la remoción física de sólidos que se encuentran en los efluentes, mediante rejillas, tamices, trituradores y desarenadores.
1. Tratamiento Primario	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimentación primaria • Precipitación química 	Sedimentación de sólidos contaminantes y partículas que se coagulan formando flóculos.
2. Tratamiento Secundario	<ul style="list-style-type: none"> • Lagunas de estabilización • Lodos activados • Lagunas aireadas 	Son tratamientos biológicos y químicos que se emplean para eliminar la materia orgánica y evitar el crecimiento de microorganismos.
3. Tratamiento Terciario	<ul style="list-style-type: none"> • Desinfección • Biofiltros 	Operación unitaria adicional para eliminar componentes específicos como el N y P

- **Aguas residuales del camal municipal San Pedro de Pelileo**

El faenamiento de ganado bovino y porcino realizado en el camal municipal del cantón San Pedro de Pelileo, comprende un proceso productivo que da inicio en la recepción de los animales hasta el despacho de los productos, generando impactos negativos por sus aguas residuales contaminantes directamente al ambiente. Este análisis se efectuó con base a los resultados obtenidos de los análisis de aguas realizados por un laboratorio acreditado en el mes de julio del año 2021, en el cual se determinó que los parámetros fisicoquímicos no cumplen con los límites máximos permisibles de la normativa ambiental vigente ecuatoriana. El cantón de San Pedro de Pelileo se ha visto afectado en los últimos tiempos por la gran demanda de productos cárnicos debido al desarrollo poblacional, generando un incremento significativo en el faenamiento que conlleva a altos grados de contaminación por los efluentes de las aguas residuales de la actividad industrial.

Las aguas residuales del camal municipal son descargadas sin aplicar un tratamiento adecuado, lo que origina la contaminación directa a los sectores aledaños del camal, por lo tanto, se ve la necesidad de efectuar un diagnóstico en la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales y de la demanda del producto para dar una solución a la problemática sin afectar la producción de la misma ni del medio (Paucar, 2018).

El principal problema que presenta esta planta de tratamiento es el mal funcionamiento en sus procesos, incumpliendo con los límites máximos permisibles en la Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, Reforma al Anexo 1 Libro VI del TULSMA Acuerdo Ministerial 097 A y que provoca varios problemas ambientales. La falta de mantenimiento en los procesos de la planta, el descuido de las autoridades a cargo, el mal control de restos sólidos generados y la falta de conocimiento para el correcto funcionamiento de sus procesos generan una situación crítica en su funcionamiento.

El análisis y la implementación de mejoras a la planta de tratamiento permitirán disminuir la contaminación ambiental generada por los efluentes líquidos del camal municipal.

El objetivo general de la investigación fue proponer alternativas para el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales a través del análisis de sus efluentes para minimizar

la contaminación ambiental generada por el camal municipal, en el cantón San Pedro de Pelileo.

2. Materiales y Métodos

- **Descripción del área de estudio**

El cantón San Pedro de Pelileo se encuentra ubicado en la provincia del Tungurahua, se asienta sobre la Cordillera Occidental y está a 17 km de la ciudad de Ambato.

Ilustración 1 Cantones de la Provincia de Tungurahua



Fuente: PDYOT 2020

Tabla 4 Datos Generales del Cantón San Pedro de Pelileo

Fuente: PDYOT

Nombre del GAD	San Pedro de Pelileo
Fecha de creación del cantón	1.970
Población total al 2020	66.836 habitantes principalmente por la etnia mestiza e indígena, este con más presencia en las zonas rurales donde existen tradiciones culturales y habla en lengua kwicha
Superficie	19.929 ha / 199.8 km ²
Rango altitudinal	La altitud promedio cantonal es de 2.900 msnm; el punto más alto corresponde a 4839,96 msnm que corresponde al cono o Flanco Noroeste del volcán Tungurahua, y el punto más bajo es el valle de Chiquicha con 2.400 msnm.
Límites	Norte: Cantones Píllaro y Ambato Sur: Provincia de Chimborazo, Cantones Penipe y Guano Este: Cantones Baños y Patate Oeste: Cantones Ambato, Cevallos y Quero

Limita al norte con los cantones Píllaro y Ambato; al sur con la provincia de Chimborazo, Cantones Penipe y Guano; al este con los cantones Patate y Baños de Agua Santa; y al oeste con los cantones Quero y Cevallos (PDYOT, 2020).

Tiene una población de 56.573 habitantes, de acuerdo con el censo del año 2010, y una proyección de 66.836 habitantes al 2020. Cuenta con una superficie de 19.929 Ha aproximadamente (PDYOT, 2020).

La altitud promedio del cantón es de 2.900 m.s.n.m. La parte más alta corresponde a 4839,96 (PDYOT, 2020) que corresponde al cono o Flanco Nor Oeste del volcán Tungurahua. y la mínima es 2.400, en el valle de Chiquita (PDYOT, 2020).

Su territorio se divide en 8 parroquias rurales: García Moreno, Benítez, Cotaló, Huambaló, Salasaca, El Rosario, Bolívar y Chiquicha; y, dos urbanas: Pelileo y Pelileo Grande.

- **Suelos**

En el cantón San Pedro de Pelileo se reportan suelos de origen volcánico principalmente cenizas, productos de la desintegración y meteorización de la Cangahua su uso principal es la actividad agrícola del cantón (PDYOT, 2020).

- **Precipitación**

La precipitación media anual oscila entre los 557 y 700mm/año. En su extensión territorial fluyen vientos moderados la mayor parte del año en dirección sureste con una velocidad media de 3.4 m/s (PDYOT, 2020).

- **Temperatura**

La temperatura media anual de 13 grados centígrados. La máxima media es de 14.8° en noviembre y diciembre, la máxima absoluta llega a 31.9° C en noviembre, mientras que los meses más fríos son julio y agosto con 7.8° C y 7.4° C (PDYOT, 2020).

- **Humedad**

El promedio de la máxima humedad relativa es de 86% en los meses de mayo a julio y la mínima de 83% en los meses de septiembre, octubre, diciembre y enero, y tiende a incrementarse paulatinamente hasta su pico en julio (PDYOT, 2020).

- **Economía**

La actividad agrícola es una de las principales ramas de ingreso económico para la parroquia, representa un 34.43% de la PEA (Población Económicamente Activa) cabe mencionar que en esta actividad el género femenino supera con una mínima diferencia con respecto al género masculino, 35% que corresponde a mujeres y 34% de hombres (PDYOT, 2020).

- **Métodos**

- **Puntos de muestreo.**

El muestreo y análisis fueron realizados por el laboratorio acreditado LABCESTTA, el muestreo se realizó en dos puntos de la planta de tratamiento, el primer muestreo se realizó en la entrada a la PTAR en las coordenadas UTM X: 775.396,494 Y: 9853310,512 el segundo muestreo se realizó a la salida de las aguas tratadas de la PTAR en las coordenadas X: 775.428,773 Y: 9853.322,895. Los parámetros analizados fueron: pH, Temperatura, Oxígeno

disuelto y Conductividad eléctrica (in situ); Sulfuros, Nitritos, Nitratos, Nitrógeno Amoniacal, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica Oxígeno 5 y Color

El resultado de cada uno de los parámetros fue evaluado mediante el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1 Del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua Tabla 9. “Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce” (ver anexo 2).

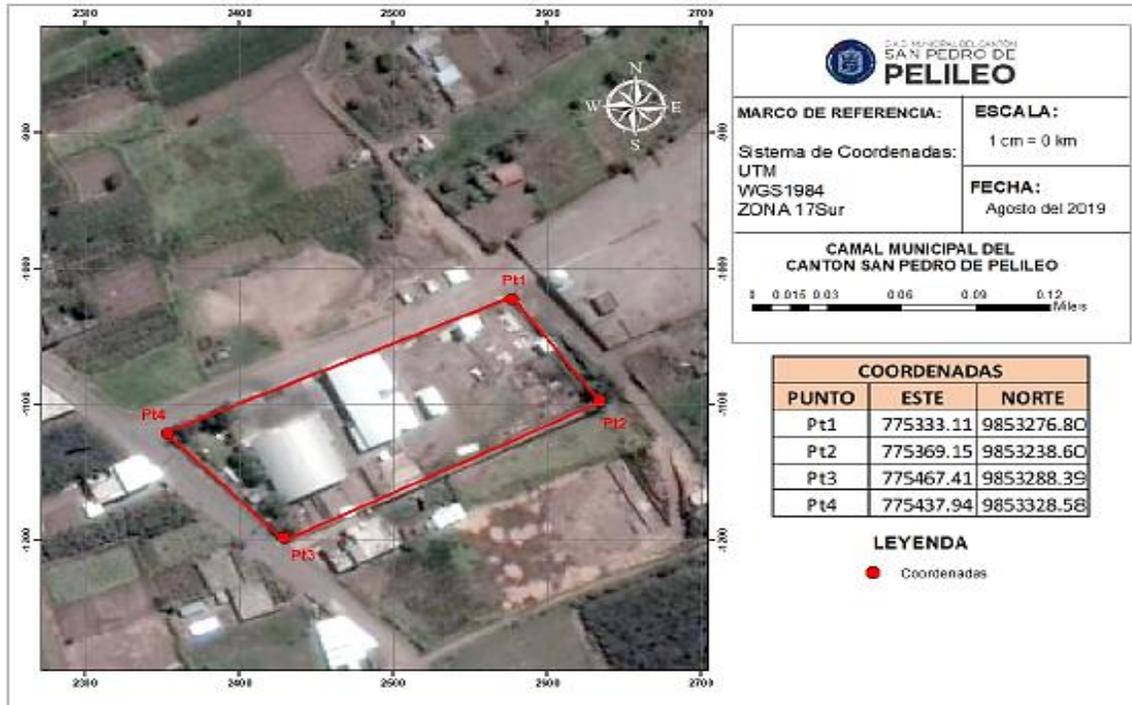
- **Encuestas a técnicos y personal administrativo del camal.**

Estas encuestas se basaron en 13 preguntas que medían el nivel de conocimiento de contaminación ambiental y las acciones adoptadas para tener un correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal San Pedro de Pelileo, se levantaron un total de 30 encuestas a operarios y al personal administrativo que labora en el camal municipal en los días 22 y 23 de Julio del año 2021 estas encuestas fueron recopiladas y representadas mediante gráficos con la información obtenida (ver Anexo 4).

3. Resultados y Discusión

El camal municipal del Cantón San Pedro de Pelileo, se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua, cantón Pelileo, entre la Av. De los recuerdos y barrio la Loma, comprende un área total de 5,3 ha.

Ilustración 2 Ubicación Proyecto Camal Municipal



Fuente: PDYOT, 2020

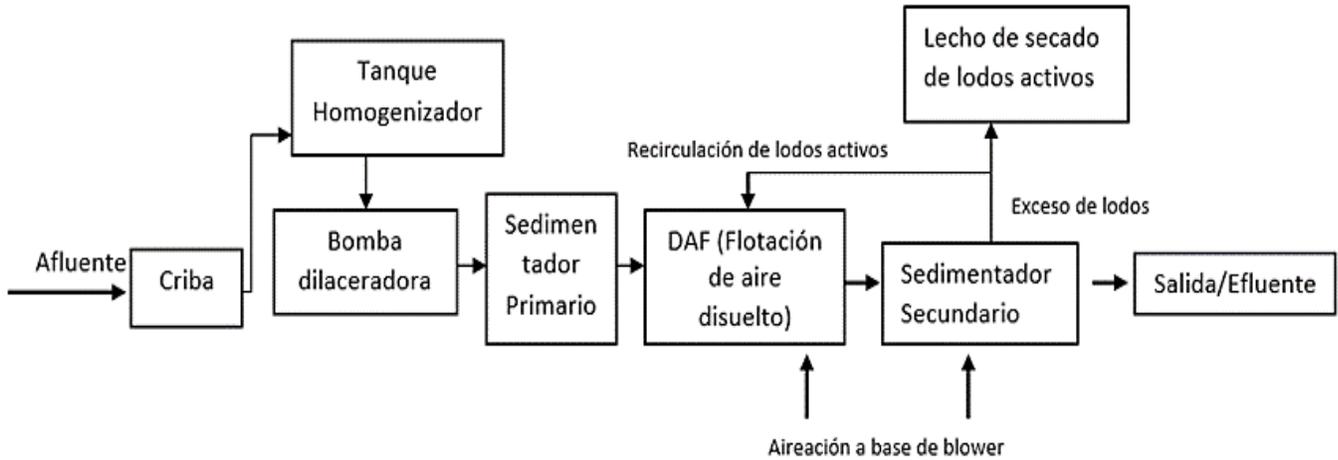
El proyecto cuenta con Licencia Ambiental No. 0006, con fecha 05 de noviembre de 2012, para la operación del “camal municipal del cantón”, lo que le faculta a ejercer su actividad, cumpliendo con la normativa ambiental aplicable, sujeta a seguimiento y control de la Autoridad Ambiental competente, otorgada por la Dirección Provincial de Ambiente de Tungurahua, para habilitar al Gobierno Autónomo Descentralizado proponente del proyecto el ejercicio y ejecución de los procesos operativo y actividades productivas en estricto cumplimiento del plan de manejo ambiental presentado a la autoridad.

El 16 de septiembre de 2019, la Dirección General de Gestión y Calidad Ambiental – HGPT, Provincial de Tungurahua, remitió la aprobación de la Términos de Referencia (TDR’s) para la para la ejecución de la Auditoría Ambiental de Cumplimiento del proyecto “Camal municipal del cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua”, período noviembre 2017 – noviembre 2019. El proyecto está destinado al faenamamiento y desposte de ganado porcino y bovino, para su posterior despacho y comercialización, con un promedio de procesamiento de 600 cabezas de ganado bovino y 1500 cabezas de ganada porcino.

- **Descripción del tratamiento de efluentes.**

El proyecto está provisto de una planta de tratamiento de aguas residuales, para un caudal de 2,714 L/s, que incluye procesos para el tratamiento de efluentes con alta carga orgánica, el sistema de tratamiento está conformado a través del siguiente diagrama.

Ilustración 3 Descripción del tratamiento de efluentes según (Casamco, 2019)



- **Tratamiento Primario**

- **Criba**

El cribado es el primer procedimiento que se considera en el tratamiento de aguas residuales, su objetivo es capturar e interceptar los sólidos gruesos antes de que ingresen a la planta de tratamiento y no dañen los procesos depurativos, la captación de los cuerpos sólidos se realiza a través de rejillas o cribas metálicas como tamices.

- **Tanque Homogenizador**

El propósito del tanque de homogenización es amortiguar las variaciones del caudal, debido al flujo inconstante de las aguas residuales en diferentes horas de producción del día, con ello se logra un efluente constante y uniforme en cuanto a características y caudal a partir de unos residuos discontinuos y variables en cantidad y calidad.

El tiempo de retención en este tanque permite que los sólidos más gruesos se sedimenten, de esta forma se realiza una primera etapa de descontaminación de sólidos.

- **Separador o centrifuga de discos**

Una bomba extrae el agua residual del tanque homogenizador, de tal manera que consigue pasar el caudal al separador de sólidos y líquidos en la que separa partículas gruesas de los

efluentes líquidos dando como resultado residuos sólidos húmedos que son depositados en un área de almacenamiento y por otro lado el líquido contaminado con partículas diminutas de sólidos para un mejor tratamiento residual.

- **Tanque de Almacenamiento**

El tanque de almacenamiento de 25 metros cúbicos es una estructura con dos funciones: almacenar la cantidad suficiente de agua residual y regular la presión adecuada en el sistema de Tratamiento Primario para que sea eficiente.

- **Trampa de grasas**

La trampa de grasas es un sistema ubicado entre el tanque de almacenamiento y el sedimentador primario, esta permite la recolección y separación de los aceites y grasas del agua residual proveniente del camal y evita que estos materiales contaminantes ingresen a sistema de tratamiento primario. Las trampas de grasas ralentizan el flujo de agua con lo que las grasas y el agua tienen tiempo para separarse. Al separarse los aceites, las grasas flotan en la superficie del agua mientras que los sólidos más pesados se depositan en el fondo de la trampa, el resto del agua pasa libremente al sedimentador primario para continuar con el tratamiento, estos aceites y grasas generan alteraciones al sistema de tratamiento de aguas residuales.

- **Sedimentador primario**

Es un proceso físico de separación por gravedad que hace que una partícula más densa que el agua tenga una trayectoria descendente, depositándose en el fondo del sedimentador. Permite reducir los sólidos gruesos suspendidos entre 50 a 70% y materia orgánica de 20 a 40% DBO y así no afecten a los procesos de tratamiento posteriores. Este sedimentador está comprendido en cuatro partes:

- La zona de entrada que permite una distribución constante y uniforme del caudal dentro del sedimentador
- La zona de sedimentación de partículas gruesas
- La zona de salida del efluente constituida por una conexión hacia el tratamiento secundario.
- La zona de salida de recolección de lodos mediante una tubería interna.

- **Tratamiento Secundario**

- **Tanque DAF**

La tecnología DAF funciona produciendo una corriente de burbujas microfinas que se adhieren a los sólidos en suspensión elevándolos a la superficie, donde pueden ser eliminados por un mecanismo de barrido superficial. El tanque DAF cuenta con un blower aireador de 12 HP de potencia, el cual dota de una cantidad suficiente de aire al tratamiento residual.

- **Sedimentador secundario**

El sedimentador secundario está compuesto por un tanque en forma de cono que lleva el flujo a un régimen hidráulico de sedimentación. Este tanque tiene un tiempo de retención adecuado para el caudal de agua que genera la planta industrial. En la parte inferior del tanque sedimentador, se encuentra una bomba de lodos, la cual absorbe todos los lodos, y los circula hacia el lechado de secado y finalmente al alcantarillado público.

- **Lecho de secado**

El lecho de secado de lodos consiste en la deshidratación de los lodos generados en la planta de tratamiento producto de la actividad industrial de faenamiento la cual facilita el manejo y disposición final, consiste en filtros llenos de arena y grava poco profundos, el secado conste en la absorción de líquidos en la arena y grava y la evaporación del agua, este lodo contaminado debe ser tratado y llevado a su disposición final.

- **Insumos químicos**

Los insumos químicos que se adquieren para el proyecto de faenamiento de animales están destinados al desarrollo de cuatro actividades principales, que son:

-Tratamiento de aguas residuales generadas en los procesos de faenamiento.

-Limpieza de la infraestructura del camal

-Control de plagas en el camal y la planta de tratamiento

-Tratamiento de animales enfermos

Por la actividad económica del proyecto, la generación de efluentes es uno de los principales impactos ambientales, generando un efluente con una caracterización compleja, los monitoreos realizados a las descargas líquidas del proyecto dan como resultados varios parámetros entre los que se encuentran: sólidos totales, DBO, DQO, Nitrógeno total, sólidos suspendidos, que se traducen en un efluente con gran cantidad de carga orgánica.

Se analizaron los parámetros físico – químicos de las aguas residuales provenientes del camal municipal en dos puntos de muestreo tanto en la entrada de la planta de tratamiento como a la salida de la planta, esto se efectuó por el laboratorio LABCESTTA el cual se encuentra acreditado por el servicio de acreditación ecuatoriano (SAE LEN 18-034); dando como resultado lo siguiente:

Fecha: 24/07/2021

Lugar: Entrada a la planta de tratamiento

Tabla 5 Resultado analítico entrada planta de tratamiento

Parámetro	Unidad	Resultado	Valor Limite Permissible
Grasas y Aceites	mg/L	11,4	70
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/L	550	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1182	500
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	6,57	6-9
Sólidos suspendidos totales	mg/L	342	220
Sólidos totales	mg/L	1236	1600

Las celdas marcadas de color rojo su valor límite permisible esta fuera del alcance de la acreditación del SAE existiendo contaminación por la generación de aguas residuales del camal municipal sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 9: Limites de descarga al sistema de alcantarillado público, del Anexo 1 del AM 097-A.

Fecha: 24/07/2021

Lugar: Salida a la planta de tratamiento

Tabla 6 Resultado analítico salida planta de tratamiento

Parámetro	Unidad	Resultado	Valor Limite Permissible
Grasas y Aceites	mg/L	6,2	70
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/L	280	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	618	500
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	6,07	6-9
Sólidos suspendidos totales	mg/L	132	220
Sólidos totales	mg/L	0,076	2,0

Las celdas marcadas de color rojo su valor límite permisible esta fuera del alcance de la acreditación del SAE, establecidos en la Tabla 9: Limites de descarga al sistema de alcantarillado público, del Anexo 1 del AM 097-A, en este caso existe contaminación residual a la salida de la planta de tratamiento.

Estos resultados obtenidos por el análisis físico – químicos se articulan al diagnóstico levantado en campo en la cual se observó cada uno de los procesos de la planta de tratamiento, logrando identificar en cada operación las fallas e imperfecciones técnicas del sistema de tratamiento, y a su vez, proponiendo alternativas de mejora para cada operación, para que exista un correcto funcionamiento y se logre cumplir con los límites máximos permisibles vigentes para aguas residuales al alcantarillado público, con el fin de mitigar y prevenir la contaminación al entorno natural y social, el diagnóstico se levantó por área de proceso de la siguiente manera:

- **Diagnostico en el proceso de faenamiento**

En el proceso de faenamiento de animales dentro de las instalaciones del camal municipal, se observó que existen fugas de agua en las tuberías y cañerías como también el despilfarro de agua potable por el mal uso del líquido vital en los procesos de faenamiento, existiendo en los operarios el desconocimiento de las guías de buenas prácticas ambientales para la industria de faenamiento.

- **Alternativa de mejora para el proceso de faenamiento.**

Se propone capacitar a todo el personal técnico y administrativo sobre el uso de la guía de buenas prácticas ambientales en cada uno de los procesos de faenamiento, con el fin de concientizar al personal sobre los problemas ambientales negativos que ocasiona la industria y lograr mitigar la contaminación desde el inicio del proceso hasta la entrega final de los productos, dando a conocer el valor del agua potable y la contaminación de aguas residuales que ocasionan al medio ambiente.

Implementar políticas públicas y crear campañas para la difusión de una concientización ambiental a los ciudadanos del cantón San Pedro de Pelileo, como también la creación de talleres ambientales con ámbito de la contaminación que provoca las aguas residuales de las industrias alimenticias.

- **Diagnostico del sistema de tratamiento de aguas residuales del camal municipal.**

- **Criba.**

Se observó que existe una gran cantidad de restos de vísceras y partes de animales que se acumulan en la criba por el faenamiento, estos restos son enviados por las cañerías al sistema de tratamiento sin retirarlos ocasionando un taponamiento en los procesos siguientes, no se realiza la limpieza rutinaria en esta sección (ver anexo fotográfico 1).

- **Alternativa de mejora en la criba.**

Se propone reforzar las rejillas de las distintas áreas operativas del Camal Municipal para evitar el paso de residuos de gran tamaño a la Planta de Tratamiento y así evitar el taponamiento en los procesos.

- Se deberá realizar la limpieza de la planta de tratamiento como dispone el manual de operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento, por parte de personal designado para dicha actividad, los residuos que llegan hasta la criba deberán ser retirados y acumulados en un área temporal específica para luego ser entregados a un gestor ambiental calificado para su disposición final.

- **Tanque homogenizador.** - Se deberá controlar y evitar las fugas de agua en las áreas operativas del camal municipal, ya que se observa gran acumulación de agua residual en el tanque homogenizador, en días con elevadas precipitaciones la acumulación de agua residual provoca el desbordamiento del efluente en el tanque homogenizador alrededor de la planta de tratamiento y este a su vez siendo direccionado directamente al alcantarillado público sin tratamiento alguno (ver anexo fotográfico 2).

- **Alternativa de mejora en el tanque homogenizador**

Evitar el consumo excesivo y las fugas de agua potable en las instalaciones del camal municipal, capacitar al personal operativo en reducción del líquido vital como también implementar el cronograma de limpieza en las áreas del camal y la planta de tratamiento para evitar la contaminación directa al entorno natural por el desbordamiento del agua residual contaminada, la misma que se deberá recolectar y acumular en una área temporal específica y ser entregados a un gestor ambiental calificado para su disposición final.

- Separador de líquidos y sólidos

Los residuos generados por el separador son depositados y acumulados en un área temporal, se observa que en este proceso existe contaminación ambiental directa por los residuos sólidos acumulados, y que generan impactos como la proliferación de roedores y vectores contaminantes, esto debido a que el área no cuenta con un cerramiento para los residuos más bien se encuentran al aire libre y que son esparcidos fácilmente por la acción del aire y por animales (canes) que se encuentran husmeando sobre de restos sólidos, mismos que serán ubicados en una área temporal específica para su tratamiento y disposición final por parte de un gestor ambiental autorizado por el ente regulador (ver anexo fotográfico 3).

- Alternativa de mejora para el proceso de separación.

El área de acumulación de residuos sólidos generados por el separador de líquidos y sólidos deberá contar con cerramiento para evitar el esparcimiento de los residuos sólidos por la planta de tratamiento y evitar la propagación de plagas y roedores.

Realizar convenios y alianzas estratégicas con las instituciones públicas como es la Empresa Mancomunada de aseo y limpieza Patate – Pelileo (EMMAIT-EP) quien se encarga de la gestión de residuos sólidos del cantón San Pedro de Pelileo, para el tratamiento y destino final de los desechos sólidos generados en esta actividad a través de un gestor ambiental calificado por la Autoridad Ambiental Competente.

Se deberá realizar la limpieza diaria de las áreas de la planta de tratamiento dispuesto en el manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento con el fin de evitar y mitigar los problemas ambientales en la industria de faenamiento.

- Tanque de Almacenamiento

Luego de pasar el efluente a través del separador de sólidos y líquidos este se almacena en un tanque de 25m³, para homogenizar el caudal e ingresar un caudal uniforme al sedimentador, aquí se observa que la cisterna de almacenamiento no soporta la capacidad de almacén de aguas residuales, esta se llena completamente en horas de alta actividad y producción de faenamiento, provocando a su vez el desbordamiento del agua contaminada al suelo de la planta de tratamiento y para evitar el desbordamiento de estas aguas, a través de una tubería

son descargadas directamente al alcantarillado público sin realizar ningún tratamiento ocasionando la contaminación ambiental directa al alcantarillado y que desembocan en el río Ambato (ver anexo fotográfico 4).

- **Alternativas de mejora para el tanque de almacenamiento.**

Con la implementación una cisterna con mayor capacidad para almacenamiento un mínimo de 80m³ se logrará evitar el desbordamiento de las aguas residuales evitando así la descarga directa al alcantarillado público.

Atraves del plan anual de contratación pública periodo 2022 del GAD municipal San Pedro de Pelileo se buscará los recursos económicos para la obtención de los insumos necesarios para la repotenciación de la planta de tratamiento.

- **Trampa de grasas**

Debido a que en los anteriores procesos, en el tanque homogenizador y el tanque de almacenamiento no existe una homogenización eficaz de las aguas residuales, el efluente que ingresa al sistema de tratamiento de trampa de grasas no es constante ni uniforme, esto provoca que no exista un correcto funcionamiento para separar los líquidos de las grasas y aceites ya que necesita para su funcionamiento un caudal sin turbulencia y uniforme (ver anexo fotográfico 5).

- **Alternativa de mejora en la trampa de grasas.**

Con las mejoras en los anteriores procesos al tratamiento de aceites y grasas se logrará potenciar y realizar un correcto funcionamiento para separar las grasas y aceites de las aguas residuales.

Efectuar el mantenimiento y limpieza acorde a los tiempos y cronograma dispuesto en el manual de operaciones de la planta de tratamiento.

- **Sedimentador primario**

Se analiza que existe descuido del personal operativo y administrativo en el tratamiento de las aguas residuales del camal municipal tanto en el sedimentador primario por la acumulación de contaminantes (ver anexo fotográfico 6).

- **Alternativa de mejora en el sedimentador primario**

Es realizar la limpieza de acuerdo al cronograma establecido en manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento del camal San Pedro de Pelileo.

- **Tanque DAF**

Se observa que existe gran acumulación de espuma con partículas residuales contaminantes producto de la inyección de aire a las aguas residuales, ocasionando el desbordamiento de esta espuma contaminante al alrededor del Tanque DAF, provocando contaminación directa al recurso suelo, la aspa giratoria del tanque DAF no abarca a recolectar toda la espuma generada producto de la sangre de los animales faenados que se encuentra en las aguas residuales, la contaminación ambiental es tan elevada en este proceso que existe la marca de contaminación en el suelo (ver anexo fotográfico 7).

- **Alternativa de mejora al Tanque DAF**

Para evitar la contaminación generada por el proceso de inyección de aire y la dosificación del químico que provoca una espuma altamente contaminante al recurso suelo es de esencial importancia aumentar la estructura de hormigón del tanque DAF 1.50 metros de altura y colocar una cubierta hermética de acero inoxidable para evitar el desbordamiento de espuma contaminante y a través del aspa giratoria del tanque direccionar esta espuma al sedimentador secundario junto con las aguas residuales.

Realizar la limpieza periódica de la infraestructura del tanque DAF ya que al momento en el que se disuelve la espuma se acumula residuos sólidos en las paredes del tanque y en el aspa giratoria ocasionando un tipo de cascaron y grumos de sólidos contaminantes.

Dosificar el químico coagulante según lo dispuesto en el manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento cada 8 horas simultáneamente y completar 25 kg en la máxima producción de faenamiento.

- **Sedimentador secundario. -**

Se observa que esta operación no se encuentra en total actividad ya que las aguas residuales son direccionadas a un sistema de evacuación hacia el alcantarillado público (Ver anexo fotográfico 8).

- **Alternativa de mejora para Sedimentador secundario.**

Se deberá direccionar el agua residual al sedimentador secundario mediante el funcionamiento de los procesos antes mencionados para el correcto funcionamiento del sedimentador y así realizar el correcto tratamiento del caudal contaminante.

Implementar una tapa metálica que cubra al tanque, ya que esta se encuentra perforada y con oxidación, como también realizar el mantenimiento y la limpieza periódica de las instalaciones de la planta de tratamiento.

- **Lecho de secado de lodos**

Los lodos generados en los procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal son recolectados en un área específica para la deshidratación de los lodos, en este proceso se identifica que no existe arena ni grava que ayuden a la absorción de agua. Este proceso no se encuentra en actividad ya que el funcionamiento mismo de la planta no está en perfectas condiciones lo cual no genera suficientes lodos como debería ser el caso (ver anexo fotográfico 9).

- **Alternativa de mejora al lecho de secado**

Una vez subsanadas todas las falencias encontradas en la planta de tratamiento se estima obtener una cantidad significativa de lodos contaminantes, que a su vez el área de secado con implementación de arena y grava se lograra deshidratar los lodos y estos deberán ser llevados por la empresa pública mancomunada de aseo Patate – Pelileo (EMMAIT) para su tratamiento y disposición final.

• **Planta de Tratamiento**

Después del diagnóstico y análisis del funcionamiento de cada uno de los procesos de tratamiento también se deberá incluir en las instalaciones del camal y la planta de tratamiento señalética informativa, preventiva y prohibitiva según la normativa INEN ecuatoriana para industrias, capacitaciones al personal operativo y administrativo.

Reforestación con especies vegetales en las Áreas Operativas para mejorar el paisaje natural en la planta de tratamiento.

- **Alternativas de mejora a la PTAR del camal municipal.**

Una vez subsanadas todas las falencias encontradas en el sistema de tratamiento se propone la construcción de un sistema de tratamiento anaerobio que consistirá en la transformación de materia orgánica en una mezcla de gases como el metano y CO₂ conocida como biogás. Este tratamiento se debe realizar en tanques herméticos generando biogás con elevado poder energético y un lodo estabilizado que puede ser utilizado en la agricultura o en la recuperación de suelos degradados que carecen de materia orgánica.

• **Análisis de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales.**

En el análisis de eficiencia de remoción de contaminantes de la planta de tratamiento, se aplicó la siguiente fórmula:

Ec. (1). Eficiencia de remoción de contaminantes (Romero Rojas, 1999).

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} \times 100$$

En el cual:

E= Eficiencia de remoción de carga contaminante (%)

S= Carga contaminante de salida (mg/L)

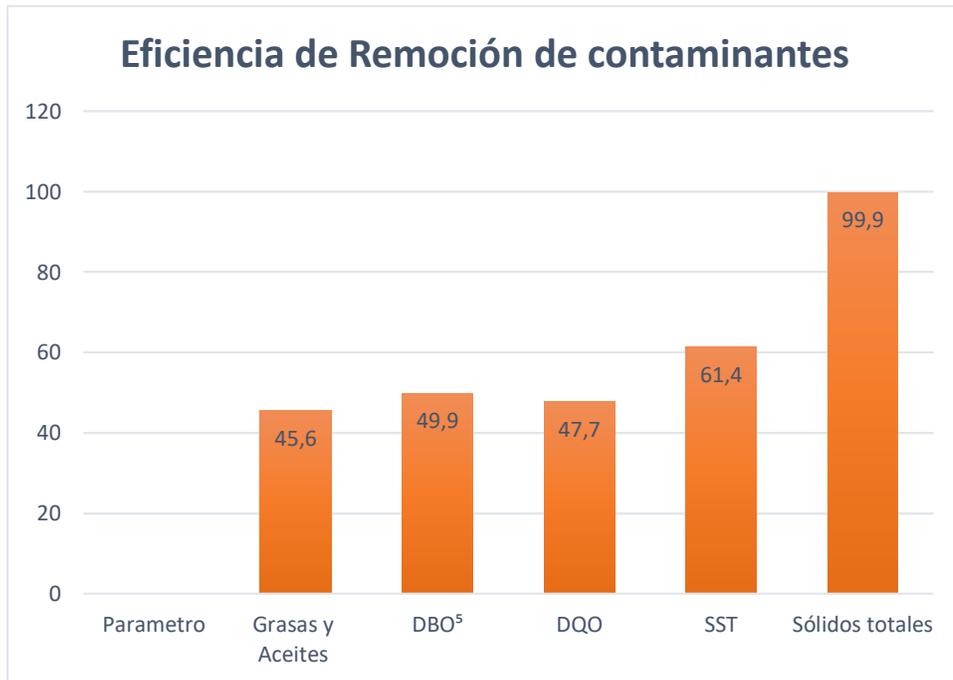
So= Carga contaminante de entrada (mg/L)

Se calculó la eficiencia sobre los parámetros que incumplen la normativa ambiental vigente en base a los resultados obtenidos de los dos muestreos realizados por el laboratorio acreditado LABCESTTA.

Tabla 7 Eficiencia de la remoción de contaminantes según (Romero Rojas, 1999).

Parámetro	S ₀ (Entrada PTAR)	S (Salida PTAR)	Cálculo	Eficiencia de remoción
Grasas y Aceites	11,4	6,2	$E = \frac{11,4 - 6,2}{11,4} \times 100$	45.6%
DBO ⁵	550	280	$E = \frac{550 - 280}{550} \times 100$	49.9%
DQO	1182	618	$E = \frac{1182 - 618}{1182} \times 100$	47.7%
SST	342	132	$E = \frac{342 - 132}{342} \times 100$	61.04%
Sólidos totales	1236	0,076	$E = \frac{1236 - 0,076}{1236} \times 100$	99.9%

Ilustración 4 Eficiencia de remoción de contaminantes



Se aprecia que la remoción de sólidos totales es superior a la remoción de los otros contaminantes, el parámetro que presenta menor remoción es DQO, Aceites y grasas, seguido de la DBO⁵.

Se observa que los valores de DQO y DBO⁵ se encuentran muy por encima de lo que establece la normativa ecuatoriana, siendo necesario la aplicación de procesos avanzados de oxidación como es el proceso Fenton, que se basa en la adición simultánea de un catalizador de hierro soluble en agua y peróxido de hidrógeno el agente oxidante, generando radicales hidroxilos (OH*), son altamente reactivos con un potencial de oxidación rápida, capaces de abrir compuestos de fenoles, aminas, compuestos aromáticos etc, provocando cambios estructurales en los contaminantes hacia la degradación parcial en sustancias más fáciles de biodegradarse permitiendo su posterior descarga a cuerpos de agua dulce. Este tratamiento de oxidación avanzada se deberá emplear a la salida del sedimentador secundario con la adición simultánea de peróxido de hidrógeno y catalizador de hierro solubles en agua para minimizar la carga orgánica de las aguas residuales.

Se propone la construcción de un reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB), para la remoción de materia orgánica, para un almacenamiento de 80m³, con un costo aproximado de \$55.000.00 en la planta de tratamiento, para el procedimiento de descontaminación de efluentes al medio ambiente, este reactor se implementara seguido del sedimentador secundario, el agua residual deberá ingresar de manera continua y uniforme al tratamiento anaerobio desde el fondo y fluir hacia arriba, un manto de lodo suspendido trata las aguas y las filtra conforme pasan a través del manto, los microorganismos en la capa de lodo degradan los compuestos orgánicos, como resultado se generan gases como el metano y dióxido de carbono, estos gases pueden utilizarse para producir energía eléctrica que puede servir de gran ayuda al camal municipal. El UASB requiere profesionales capacitados para su mantenimiento y operación, siendo necesario un operador experto para monitorear y reparar el reactor.

Según (Medina, et al 2020) la eficiencia del tanque anaerobio de flujo ascendente es del 86,07% de remoción de materia orgánica, disminuyendo la DBO y la DQO considerablemente y así cumplir con los parámetros físico químicos de la normativa ambiental ecuatoriana.

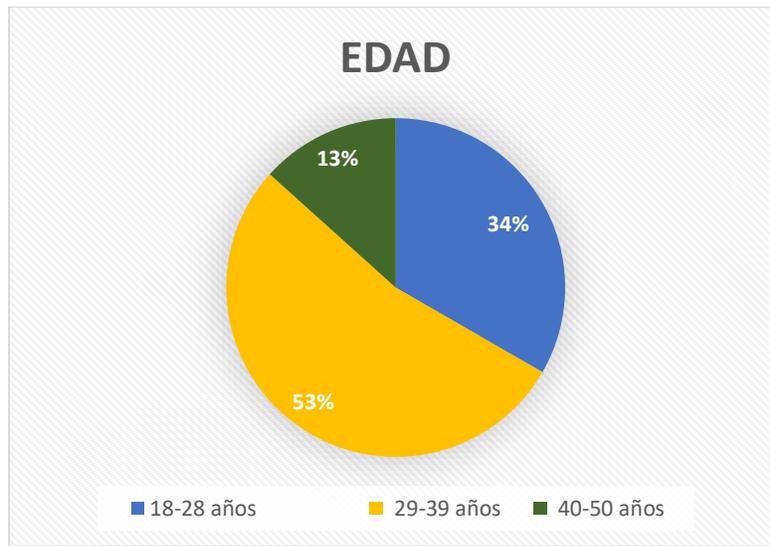
Para los lodos generados en todos los procesos de tratamiento de aguas residuales se propone una cama de vermicompostaje de 6m² con una altura de 1.20 m. El vermicopostaje es un proceso eco tecnológico de bajo costo que realiza bio – oxidación, estabilización y degradación de lodos orgánicos por la acción de lombrices de tierra, del cual se obtiene un producto estabilizado y que es muy empleado como abono orgánico en la agricultura y prácticas de restauración ecológica. Según (Carvajal, 2012) el tratamiento de vermicompostaje disminuye un 70% los contaminantes orgánicos de los lodos generados en las plantas de tratamiento, y siendo empleado el humus de las lombrices en actividades agrícolas eficientes.

- **Resultado de Encuestas**

Para garantizar el diagnostico levantado en campo sobre la contaminación existente en los procesos unitarios de la planta de tratamiento de aguas residuales del camal al medio ambiente se efectuó un total de 30 encuestas tanto al personal operativo y administrativo que diariamente acuden al lugar de trabajo como también a las familias aledañas a la industria cárnica en la que se valoraron una serie de preguntas con respecto al conocimiento del correcto funcionamiento de la planta de tratamiento y como también al conocimiento de los impactos negativos ocasionados al ambiente por el faenamiento de animales las preguntas fueron las siguientes representadas en gráficos de información.

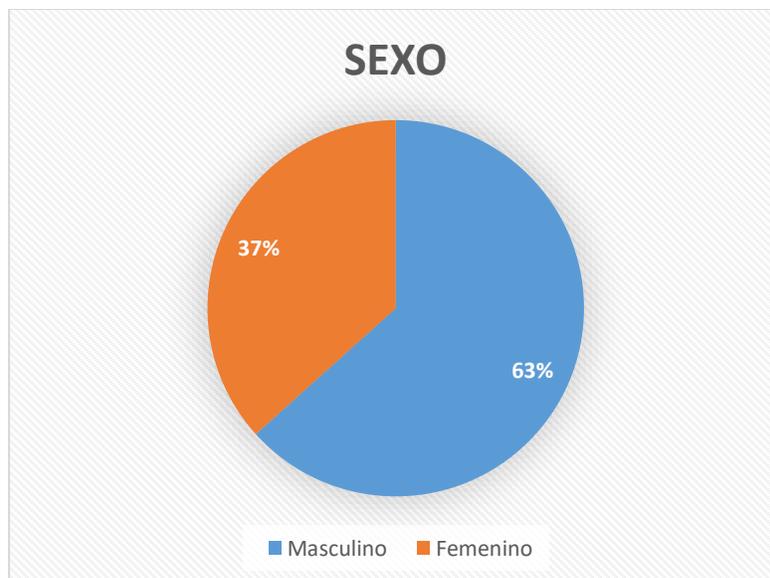
1. **Edad:** El 53% de los entrevistados se encuentran en el rango de 29 a 39 años, seguido del 34% que se encuentran en una edad de 18 a 28 años. No se registró menores de edad sin embargo hay 13% de personas mayores de 40 a 50 años.

Ilustración 5 Edad



2. **Sexo:** El 63% de los encuestados son género masculino mientras que el 37% representa al género femenino.

Ilustración 6 Sexo



3. ¿Cómo considera Ud. la ubicación del camal municipal?

El 46% de los entrevistados considera que el camal municipal se encuentra ubicado en un buen sitio, seguido del 27% que considera que se encuentra en una muy buena ubicación.

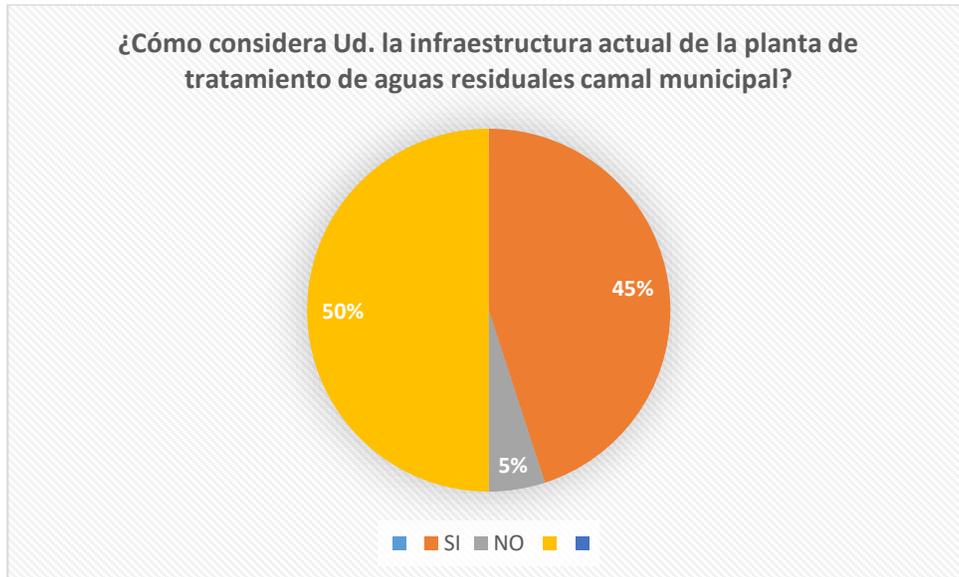
Ilustración 7 Como considera Ud la ubicación del camal



4. ¿Cómo considera Ud. la infraestructura actual de la planta de tratamiento de aguas residuales camal municipal?

El 43% de las personas encuestadas consideran que la infraestructura no se encuentra en perfectas condiciones, seguido del 34% que considera que la infraestructura está en condiciones malas.

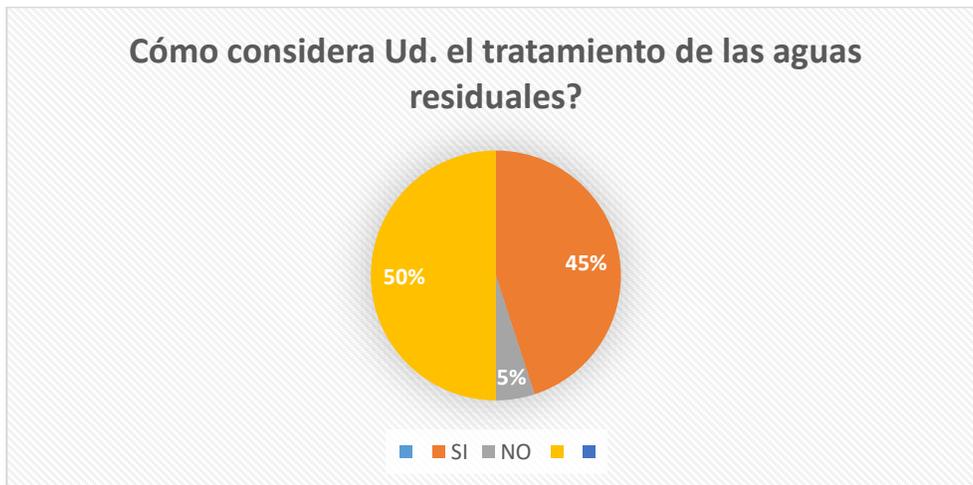
Ilustración 8 .¿Cómo considera Ud. la infraestructura actual de la planta de tratamiento de aguas residuales camal municipal?



5. ¿Cómo considera Ud. el tratamiento de las aguas residuales?

El 77% de las personas encuestadas en el camal municipal consideran que los tratamientos de las aguas residuales son muy malas, y que tan solo el 13% considera que el tratamiento es bueno.

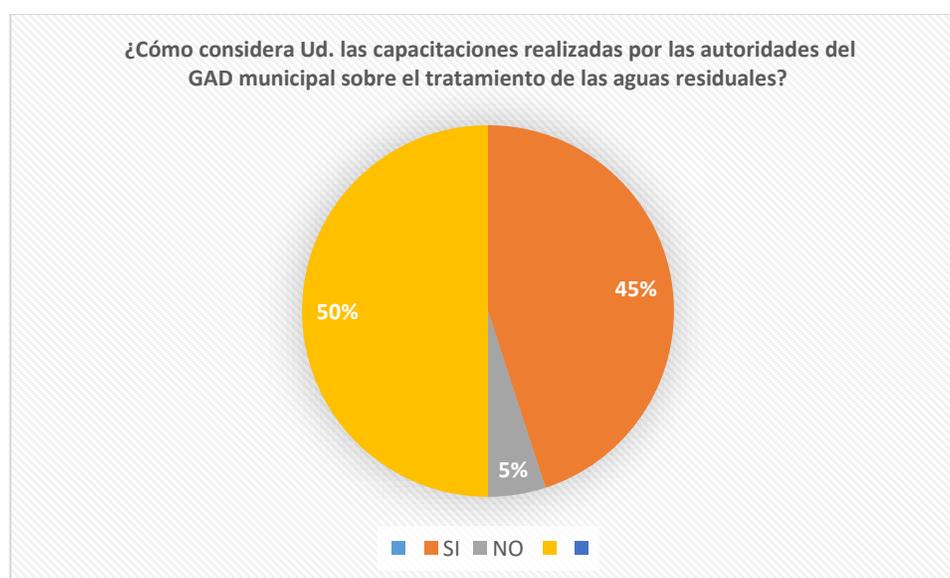
Ilustración 9.¿Cómo considera Ud. el tratamiento de las aguas residuales?



6. ¿Cómo considera Ud. las capacitaciones realizadas por las autoridades del GAD municipal sobre el tratamiento de las aguas residuales?

El 44% de las personas encuestadas consideran muy mala las capacitaciones realizadas, mencionando que no se han realizado capacitaciones a todos los operarios el 13% considera las capacitaciones del municipio buenas.

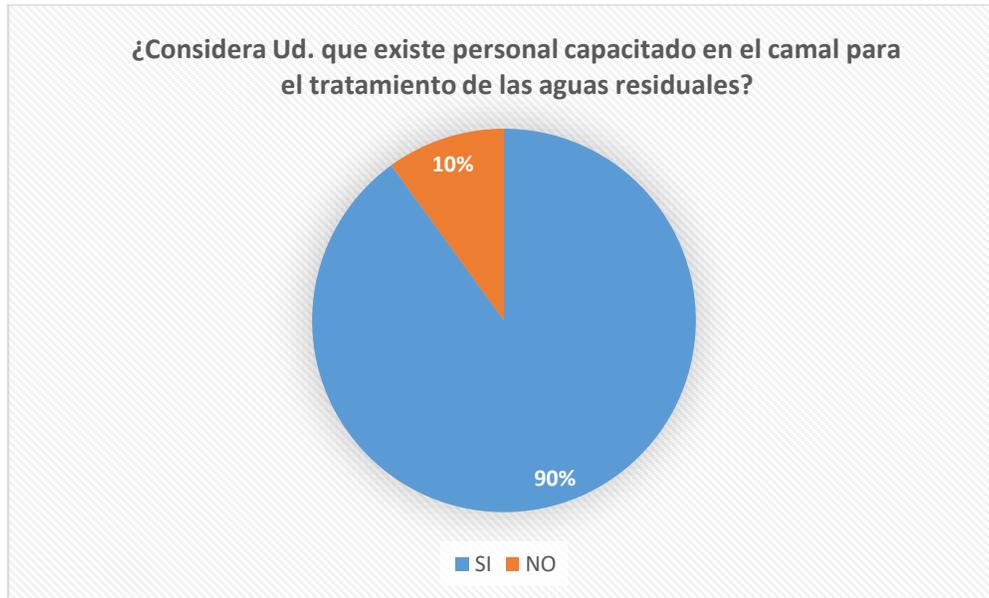
Ilustración 10 capacitaciones realizadas por las autoridades del GAD



7. ¿Considera Ud. que existe personal capacitado en el camal para el tratamiento de las aguas residuales?

El 60% de las personas encuestadas consideran que no existe personal capacitado para realizar el tratamiento de las aguas residuales.

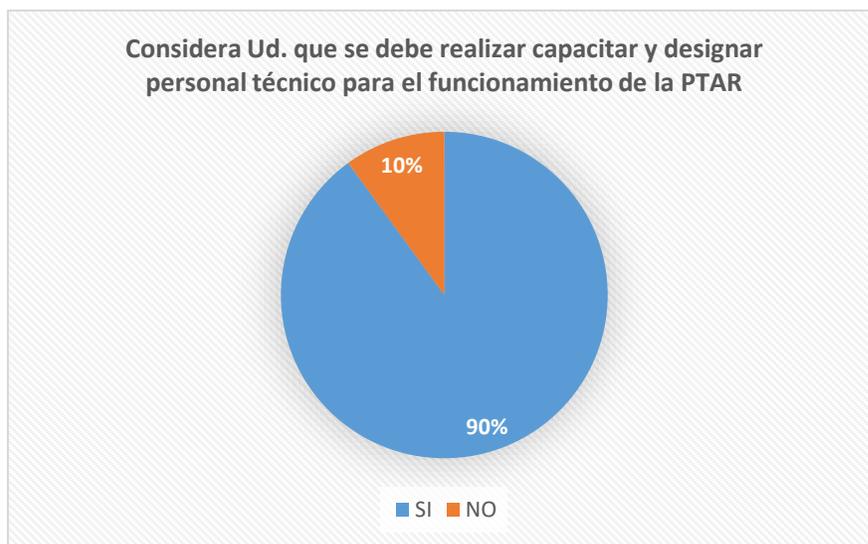
Ilustración 11 que existe personal capacitado en el camal para el tratamiento de las aguas residuales



8. ¿Considera Ud. que se debe realizar capacitar y designar personal técnico para el funcionamiento de la PTAR?

Si el 67% considera que se debe designar y capacitar a operarios para el control de la planta de tratamiento.

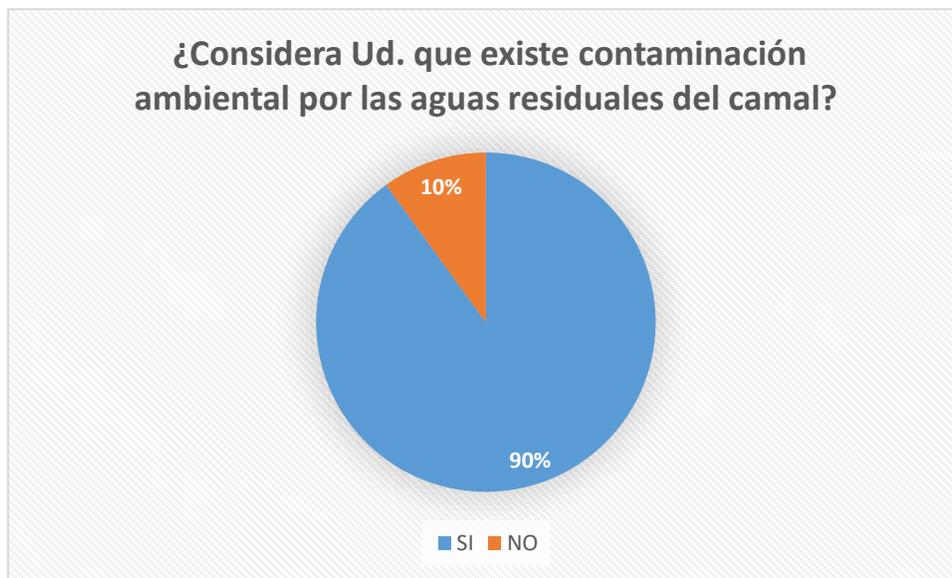
Ilustración 12 realizar capacitar y designar personal técnico para el funcionamiento de la PTAR



9. ¿Considera Ud. que existe contaminación ambiental por las aguas residuales del camal?

El 87% considera que si existe contaminación ambiental por las aguas residuales del camal municipal.

Ilustración 13 Considera Ud. que existe contaminación ambiental por las aguas residuales del camal



10. ¿Considera que los malos olores son por el mal funcionamiento de la PTAR?

El 67% considera que si existe malos olores producto de las aguas residuales del camal municipal.

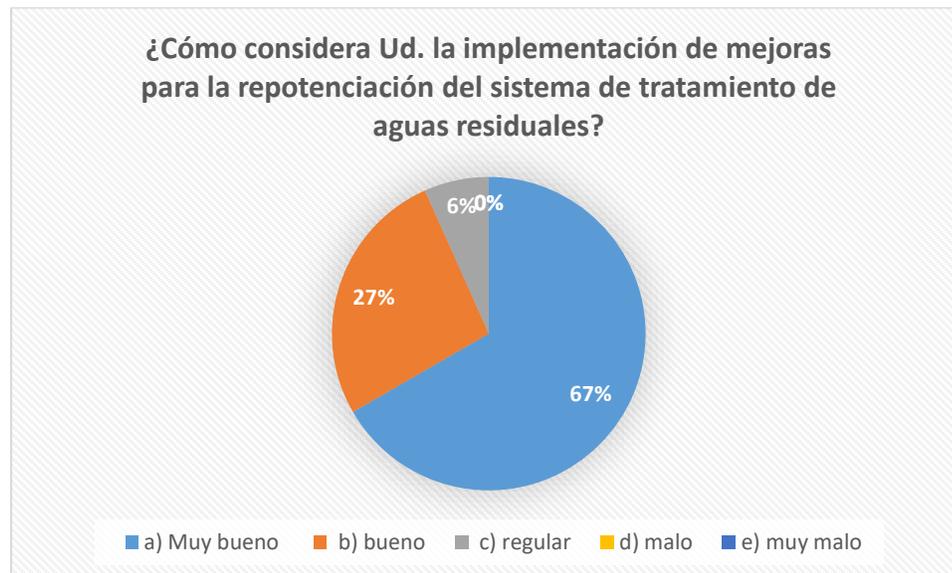
Ilustración 14 Considera que los malos olores son por el mal funcionamiento de la PTAR



11. ¿Cómo considera Ud. la implementación de mejoras para la repotenciación del sistema de tratamiento de aguas residuales?

El 67% de los encuestados consideran muy buena la implementación de mejoras para el sistema de tratamiento de aguas residuales

Ilustración 15 Implementación de mejoras para la repotenciación



12. ¿Sabía Ud. que las aguas residuales del camal se dirigen al alcantarillado público sin tratamiento?

El 67% de las personas consideran que si tienen conocimiento de las descargas de aguas residuales al alcantarillado público.

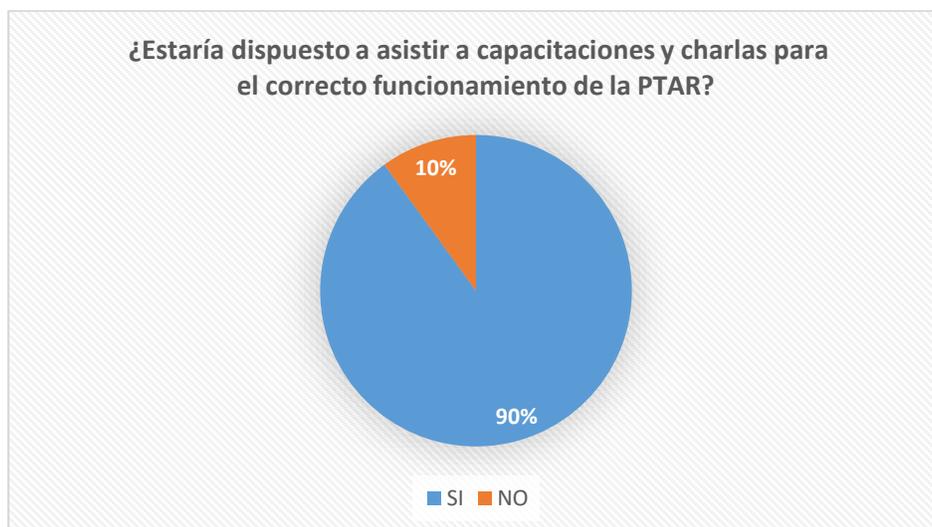
Ilustración 16 Sabía Ud. que las aguas residuales del camal se dirigen al alcantarillado público sin tratamiento



13. ¿Estaría dispuesto a asistir a capacitaciones y charlas para el correcto funcionamiento de la PTAR?

El 90% de las personas asistirían a capacitaciones impartidas por el GAD municipal San Pedro de Pelileo.

Ilustración 17 Estaría dispuesto a asistir a capacitaciones y charlas para el correcto funcionamiento de la PTAR



Recopilada y analizada la información por parte de los operarios y el personal administrativo que labora en el camal municipal se obtiene como resultados, que los empleados tienen conocimiento que el camal municipal a través de sus procesos ocasiona impactos negativos al ambiente, como también de la contaminación ambiental en los procesos de la planta de tratamiento por el mal funcionamiento de la misma y concuerdan que debería existir capacitaciones al personal técnico en temas de medio ambiente y tratamiento de aguas residuales por parte de personal capacitado.

- **DISCUSIÓN**

El análisis en campo como la caracterización físico química permitió identificar el estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales, afirmando que, estas aguas residuales constituyen uno de los principales problemas ambientales debido al alto contenido de carga orgánica que genera el proceso de faenamiento como grasas, estiércol, sangre de los animales. Los resultados analíticos de la caracterización físico química indican que no se cumple con los límites máximos permisibles dispuestos en la normativa ambiental y que son directamente vertidas al sistema de alcantarillado público, la eficiencia de la planta de tratamiento tanto del DBO y DQO es menor del 50%, por lo tanto es necesario la implementación de procesos de oxidación avanzada como es el proceso Fenton, la implementación de un reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB) y el tratamiento de vermicompostaje para los lodos generados en los procesos de la planta de tratamiento.

Una de las alternativas de mejora realizado en el camal metropolitano de Quito es la implementación de un sistema de tratamiento anaerobio junto con vermicompostaje que es un procesos enzimático de las lombrices de tierra roja, la eficiencia de su tratamiento de digestión fue de 85,41%, al finalizar el bioproceso se consideró que reduce relativamente la contaminación orgánica y el residuo fue apto para utilizarlo como fertilizante de suelo, esta iniciativa se propone realizarla en el camal San Pedro de Pelileo, por la eficiencia en la remoción de patógenos mediante lombrices de tierra (LLumiquinga & Parra, 2018).

4. CONCLUSIONES

- Luego de realizar el diagnóstico al proceso de tratamiento de aguas residuales del camal municipal y a través de los análisis en el laboratorio LABCESTTA se evidenció que la calidad de agua de la planta de tratamiento del camal municipal San Pedro de Pelileo supera los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana vigente Tabla 9: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, puesto que algunos parámetros físicos no están dentro de los límites
- De acuerdo a los límites máximos de descarga al sistema de alcantarillado público los siguientes parámetros no están dentro de los límites: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales generando contaminación por sus aguas residuales industriales.
- El diagnóstico levantado en campo se identificaron las falencias que existen en el funcionamiento de la planta de tratamiento, encontrando varios problemas que ocasionan contaminación ambiental.
- La eficiencia de la planta de tratamiento es de 49% para la DBO⁵ y del 47% para la DQO, siendo necesario la implementación de procesos de oxidación avanzada como es el proceso Fenton.
- La implementación de tanque anaerobio de flujo ascendente (UASB) y la cama para vermicompostaje permitirán disminuir considerablemente la contaminación generada en el camal municipal así cumplir con los parámetros para la descarga a los cuerpos de agua dulce según la normativa ambiental ecuatoriana.
- A través de las encuestas realizadas a los operarios del camal se ratifica a que existe contaminación en los procesos de tratamiento, debido a la falta de mantenimiento,

falta de capacitación a los operarios, falta de limpieza y a que no existe personal designado para realizar dicha actividad.

- La implementación de mejoras en cada uno de los procesos de tratamiento de aguas residuales lograra disminuir la contaminación y cumplir con los límites máximos permisibles.
- Se concluye que en la planta de tratamiento existe contaminación hacia el recurso suelo por el desbordamiento de aguas residuales, como también al alcantarillado público por el re direccionamiento de los efluentes sin tratamiento alguno, por lo tanto es de mucha importancia implementar las estrategias para minimizar la contaminación.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la difusión de la presente investigación a las autoridades del GAD San Pedro de Pelileo para la implementación de mejoras a la planta de tratamiento de aguas residuales.
- La implementación de esta propuesta es la mejor alternativa técnica y viable que permitirá solucionar los problemas de contaminación y así lograr cumplir con los límites máximos permisibles de la normativa ecuatoriana.
- Se sugiere realizar monitoreos periódicos con los respectivos análisis de laboratorio, de manera que se evidencie la evolución del tratamiento de aguas residuales.
- Se recomienda a las autoridades del municipio designar un técnico capacitado para el funcionamiento y mantenimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales.

6. REFERENCIAS

- Bedoya-Urrego, K., Acevedo-Ruíz, J. M., Peláez-Jaramillo, C. A., & Agudelo-López, S. del P. (2013). Caracterización de biosólidos generados en la planta de tratamiento de agua residual San Fernando, Itagüí (Antioquia, Colombia). *Revista de Salud Publica*, 15(5), 778–790.
- Camacho-Ballesteros, A., Ortega-Escobar, H. M., Sánchez-Bernal, E. I., & Can-Chulim, Á. (2020). Quality indicators physical chemistry of wastewater of state Oaxaca, Mexico. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 361–34736.
<https://doi.org/10.28940/TERRA.V38I2.610>
- Carvajal. (2012). Perspectivas Del Tratamiento Anaerobio De Aguas Residuales Domésticas En Países En Desarrollo Perspectivas Do Tratamento Anaeróbio De Esgotos Domésticos Em Países Em Desenvolvimento Perspectives of Anaerobic Treatment of Domestic Wastewater in Developing. *Revista EIA*, 9(18), 115–129.
<https://doi.org/10.24050/reia.v9i18.264>
- Carvajal Rowan, A., Zapattini Irala, C., & Quintero Zamora, C. (2018). Humedales Artificiales, una alternativa para la depuración de Aguas Residuales en el Municipio de Mizque, Bolivia. *Diseño y Tecnología Para El Desarrollo*, 0(5), 88–108. Retrieved from <http://polired.upm.es/index.php/distecd/article/view/3744>
- Casamco. (2019). Auditoria Ambiental de Cumplimiento . Proyecto : “ CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO ” Proponente : GADM DE SAN PEDRO DE PELILEO Periodo auditable : noviembre 2017- noviembre 2019. *Informe Tecnico de La Cuarta Auditoria Ambienta de Cumplimiento Acc, 4ta audito*, 300.
- Efraín, O., & Pérez, M. (2016). *Universidad Tecnica De Cotopaxi Postulante*. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v13n2/v13n2a1.pdf>
- LLumiquina, Y. B., & Parra, F. D. (2018). *Estudio Piloto par la estabilización de lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales del camal metropolitano de Quito mediante vermicompostaje*. 120. Retrieved from

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19402>

- López-García, A. D., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Sánchez-Bernal, E. I., Can-Chulim, Á., Gómez-Meléndez, D. J., & Vázquez-Alvarado, R. E. (2016). Caracterización fisicoquímica del agua residual urbano-industrial y su importancia en la agricultura. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 7(6), 139–157.
- Malpartida Campos, A. M. (2020). Remoción De Contaminantes Orgánicos En Efluentes Provenientes De Los Camales. *Universidad Científica*, 1–31. Retrieved from <http://repositorio.cientifica.edu.pe:8080/handle/UCS/710>
- Medina, C., Uniarte, W., Cárdenas, E., & Orrego, S. (2020). Treatment wastewater of slaughterhouses through technology advanced oxidation : fenton process. *Revista Ingeniería UC*, 27(2), 165–174.
- Moreno, F. P., García, F. P., Hernández, A. R., Vidal, C. A. G., Santillán, Y. M., Gómez, C. R., ... Esteban, B. (2003). Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor de agua de Zimapán, Estado de Hidalgo, México. *Hidrobiológica*, 13(2), 95–102.
- Oikawa, S., Tsuda, M., Okamura, Y., & Urabe, T. (1984). Prefulvene as a Stable Intermediate at the Potential Energy Surface Minimum of the Benzene \rightleftharpoons Benzvalene Isomerization Process. *Journal of the American Chemical Society*, 106(22), 6751–6755. <https://doi.org/10.1021/ja00334a047>
- Olarte, J. C., Cabrera, Y. C., & Bustinza, L. S. (2019). *Remoción De Materia Orgánica En Reactor Sludge Blanket Reactor in the Treatment of*. 85(3), 362–375.
- Robledo Zacarías, V. H., Velázquez Machuca, M. A., Montañez Soto, J. L., Pimentel Equihua, J. L., Vallejo Cardona, A. A., López Calvillo, M. D., & Venegas González, J. (2017). Hidroquímica y contaminantes emergentes en aguas residuales urbano industriales de Morelia, Michoacán, México. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 33(2), 221–235. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.02.04>
- Sardiñas, O., Chiroles, S., Fernández, M., Hernández Yusaima, & Pérez, A. (2006). Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro,

Cuba). *Sanid. Ambient. Higiene y Sanidad Ambiental*, 6(6), 202–206.

VILLAR FERNÁNDEZ, S. (2017). Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Col. Informes de vigilancia tecnológica nº 6. *CITME, CEIM, Universidad de Alcalá, Comunidad de Madrid*. 124p.

UNESCO 2017 <https://es.unesco.org/> *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 7(6), 139

ANEXO 1 ANALISIS DE AGUAS EN LA ENTRADA A LA PTAR

 <p>LABCESTTA TECNOLOGÍA Y CALIDAD</p>	<p>DEPARTAMENTO: ANALITICALAB</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	---

INFORME DE RESULTADOS No: A-901-20

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
NOMBRE CLIENTE:	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PELILEO	ATENCIÓN A.	Ing. Mariela Paredes
DIRECCIÓN:	Pelileo, Av. 22 de Julio y Padre Chacón	TELÉFONO:	0958739684
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Residual)	PUNTO DE MUESTREO:	Descarga de aguas residuales del Camal Municipal de Pelileo
CÓDIGO CLIENTE:	A-8	FECHA Y HORA DE MUESTREO, RESPONSABLE:	NA

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

MUESTREO REALIZADO POR:	LABCESTTA S.A	NÚMERO DE MUESTRAS:	01
FECHA Y HORA DE MUESTREO:	24/07/2021 07:00	ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico – Químico
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	24/07/2021 11:30	FECHA DE ANÁLISIS:	25/07/2021
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	06/08/2021	CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-901-20
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	Luis Albán	COORDENADAS:	17M 077557
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C		

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Grasas y Aceites	mg/L	11,4	±3%	PE-AL-34 Standard Methods Ed.23.2017, 5520 B	70
Aluminio	mg/L	<0,5	±20%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
Arsénico Total	mg/L	<0,01	±18%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Cadmio	mg/L	<0,004	±10%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,02
Cianuro Total	mg/L	<0,01	±16%	PE/AL/09 Standard Methods Ed.23.2017 4500 CN-E modificado	1,0
Zinc	mg/L	<0,25	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	10
*Cloro Activo	mg/L	<0,10	-	Standard Methods Ed.23.2017 4500 Cl-G	0,5
*Cloroformo	mg/L	<0,00001	-	Cromatografía de gases	0,1
Cobre	mg/L	<0,05	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	1,0

	DEPARTAMENTO: ANALITICALAB	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
---	---------------------------------------	--

Cobalto	mg/L	<0,1	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,5
Fenoles	mg/L	0,028	±12%	PE/AL/06 Standard Methods Ed.23.2017 5530C	0,2
*Organoclorados Totales	mg/L	<0,00012	-	Cromatografía de gases	0,05
Cromo Hexavalente	mg/L	<0,02	±25%	PE-AL-36 Standard Methods Ed.23.2017 3500 – Cr B	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	mg/L	550	±10%	PE/AL/28 Standard Methods Ed.23.2017 5210B HACH. Method 8166	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1182	±7%	PE/AL/05 Standard Methods Ed.23.2017 5220D	500
*Dicloroetileno	mg/L	<0,00001	-	Cromatografía de gases	1,0
Fosforo total	mg/L	7,78	±12%	PE-AL-38 Standard Methods Ed.23.2017 APHA 4500-P B5 APHA 4500-P C	15
Hierro Total	mg/L	<0,5	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	25
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L	0,92	±28%	PE/AL/12 TNRCC – 1005, Rev. 03, 2001	20
Manganeso Total	mg/L	0,11	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	10
Mercurio	mg/L	<0,001	±21%	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev.1 2007 EPA 245.1, Rev.3, 1994 EPA 7470A, Rev.1, 1994	0,01
Níquel	mg/L	<0,05	±9%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	175,49	±8%	PE-AL-42 Standard Methods Ed.23.2017, 4500-N org C	60
*Organofosforados Totales	mg/L	<0,00046	-	Cromatografía de gases	0,1
Plata	mg/L	<0,01	±27%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,5
Plomo	mg/L	<0,01	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,5

 LABCESTTA TECNOLOGÍA Y CALIDAD	DEPARTAMENTO: ANALITICALAB	 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS
---	---------------------------------------	--

Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	6,57	±0,2	PE-AL-03 Standard Methods, Ed 23. 2017 4500- H+ B	6-9
Selenio	mg/L.	<0,05	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,5
Sólidos Sedimentables	ml/L.	6,5	±17%	PE-AL-47 Standard Methods Ed.23.2017, 2540F	20
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	342	±29%	PE-AL-44 Standard Methods Ed.23.2017 2540 D	220
Sólidos Totales	mg/L.	1236	±7%	PE/AL/07 Standard Methods Ed.23.2017 2540B	1600
Sulfatos	mg/L.	45	±16%	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO ₄	400
Sulfuros	mg/L.	2,7	±12%	PE/AL/08 Standard Methods Ed.23.2017 4500 S ²⁻ C y D	1,0
Temperatura	°C	18,9	±4%	PE-AL-52 Standard Methods, Ed 23. 2017 2550 B	<40
Tensoactivos	mg/L.	0,15	±12%	PE-AL-45 Standard Methods Ed.23.2017 5540 C	2,0
*Tetracloruro de carbono	mg/L.	<0,00001	-	Cromatografía de gases	1,0
*Tricloroetileno	mg/L.	<0,00001	-	Cromatografía de gases	1,0

OBSERVACIONES:

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE; contemplan los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 8: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, del Anexo 1 del AM 097-A, solicitados por el cliente.
- Los ensayos marcados con (*) están fuera del alcance de acreditación del SAE.

AUTORIZACION Y RESPONSABLE DEL INFORME:


LABCESTTA
 TECNOLOGÍA Y CALIDAD
 QF. Juan Villamar
 DIRECTOR TÉCNICO

NOTAS:

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaratoria de conformidad IE-AL-26.

ANEXO 1 ANALISIS DE AGUAS A LA SALIDA DE LA PTAR

 <p>LABCESTA TECNOLOGÍA Y CALIDAD</p>	<p>DEPARTAMENTO: ANALITICALAB</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
---	--	--

INFORME DE RESULTADOS No: A-429-20

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
NOMBRE CLIENTE:	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PELILEO	ATENCIÓN A.	Ing. Mariela Paredes
DIRECCIÓN:	Pelileo, Av. 22 de Julio y Padre Chacón	TELÉFONO:	0958739684
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Residual)	PUNTO DE MUESTREO:	Descarga de Efluentes del Camal Municipal
CÓDIGO CLIENTE:	A-5	FECHA Y HORA DE MUESTREO, RESPONSABLE:	NA

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

MUESTREO REALIZADO POR:	LABCESTA S.A	NÚMERO DE MUESTRAS:	01
FECHA Y HORA DE MUESTREO:	24/07/2021 09:30	ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico – Químico
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	24/07/2021 11:30	FECHA DE ANÁLISIS:	25/07/2021
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	06/08/2021	CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-429-20
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	Patricia Colcha	COORDENADAS:	17M 0773631
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C		

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Grasas y Aceites	mg/L	6,2	±5%	PE-AL-34 Standard Methods Ed.23.2017, 5520 B	70
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	mg/L	280	±14%	PE/AL/28 Standard Methods Ed.23.2017 5210B HACH, Method 8166	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	618	±11%	PE/AL/05 Standard Methods Ed.23.2017 5220D	500
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	6,07	±0,2	PE-AL-03 Standard Methods, Ed 23. 2017 4500- H+ B	6-9
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	132	±29%	PE-AL-44 Standard Methods Ed.23.2017 2540 D	220
Tensoactivos	mg/L	0,076	±15%	PE-AL-45 Standard Methods Ed.23.2017 5540 C	2,0

	DEPARTAMENTO: ANALITICALAB	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
---	---------------------------------------	---

Sólidos Totales	mg/L	480	±11%	PE/AL/07 Standard Methods Ed.23.2017 2540B	1600
-----------------	------	-----	------	--	------

OBSERVACIONES:

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE; contemplan los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 8: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, del Anexo 1 del AM 097-A, solicitados por el cliente.

AUTORIZACION Y RESPONSABLE DEL INFORME:


LABCESTTA
 TECNOLOGÍA Y CALIDAD
 QF. Juan Villamar
 DIRECTOR TÉCNICO

ANEXO 2 TABLA 9 LIMIES DESCARGA AL ALCANTARILLADO

ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE-
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA

5.2.3.6 Las descargas al sistema de alcantarillado provenientes de actividades sujetas a regularización, deberán cumplir, al menos, con los valores establecidos en la TABLA 9, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios.

TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables.	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendedos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

ANEXO FOTOGRAFICO 1

CRIBA



ANEXO FOTOGRAFICO 2



ANEXO FOTOGRAFICO 3

Separador de residuos sólidos y líquidos



ANEXO FOTOGRAFICO 4

Tanque de almacenamiento



ANEXO FOTOGRAFICO 5

Trampa de grasas



ANEXO FOTOGRAFICO 6

Sedimentador Primario



FOTOGRAFICO 7

Tanque DAF





ANEXO FOTOGRAFICO 8

Sedimentador Secundario





ANEXO FOTOGRAFICO 9

Lecho de secado



ANEXO 4 FORMATO ENCUESTA



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Estimado señor/a soy estudiante de maestría en gestión ambiental de la Universidad Internacional SEK estoy desarrollando una encuesta de conocimientos sobre las instalaciones de la planta de tratamiento del camal municipal San Pedro de Pelileo y su influencia en el medio ambiente por lo que pido de la manera más comedida colabore con el llenado de la encuesta. La información que proporcione será absoluta confidencialidad.

COLOQUE EN UN CIRCULO LA RESPUESTA QUE UD CREA CORRECTA

A. CARACTERISTICAS SOCIODEMOGRAFICAS

1. **Edad:** a) 18-28 años b) 29-39 años c) 40-50 años
2. **Sexo:** a) Hombre b) Mujer

CONOCIMIENTOS

3. **¿Cómo considera Ud. la ubicación del camal municipal?**
a) Muy bueno b) bueno c) regular d) malo e) muy malo
4. **¿Cómo considera Ud. la infraestructura actual de la planta de tratamiento de aguas residuales camal municipal?**
a) Muy bueno b) bueno c) regular d) malo e) muy malo
5. **¿Cómo considera Ud. el tratamiento de las aguas residuales?**
a) Muy bueno b) bueno c) regular d) malo e) muy malo
6. **¿Cómo considera Ud. las capacitaciones realizadas por las autoridades del GAD municipal sobre el tratamiento de las aguas residuales?**

a) Muy bueno b) bueno c) regular d) malo e) muy malo

7. ¿Considera Ud. que existe personal capacitado en el camal para el tratamiento de las aguas residuales?

SI () NO ()

8. ¿Considera Ud. que se debe realizar capacitar y designar personal técnico para el funcionamiento de la PTAR?

SI () NO ()

9. ¿Considera Ud. que existe contaminación ambiental por las aguas residuales del camal?

SI () NO ()

10. ¿Considera que los malos olores son por el mal funcionamiento de la PTAR?

SI () NO ()

11. ¿Cómo considera Ud. la implementación de mejoras para la repotenciación del sistema de tratamiento de aguas residuales?

a) Muy bueno b) bueno c) regular d) malo e) muy malo

12. ¿Sabía Ud. que las aguas residuales del camal se dirigen al alcantarillado público sin tratamiento?

SI () NO ()

13. ¿Estaría dispuesto a asistir a capacitaciones y charlas para el correcto funcionamiento de la PTAR?

SI () NO ()