

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

POSGRADO



**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE CALIDAD CON MENCIÓN EN
ESTADÍSTICA DE PROCESOS**

**“Impacto ambiental esperado versus provocado en la planta de alimentos y bebidas
CORPABE en Machachi”**

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Magister en Gestión de la Calidad con mención en estadística de procesos

Autor: Ing. Tania Salomé Yépez Pantoja

Tutor: Ing. Msc. Juan Pablo Aragón

Tulcán, julio 2025

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el maestrante Tania Salomé Yépez Pantoja con el número de cédula 0401732458 ha elaborado el trabajo de titulación: “Estudio del impacto ambiental esperado versus impacto ambiental provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi, a través la planta de tratamiento de aguas residuales”. Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi con RESOLUCIÓN No. 171-CSUP-2023, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.



Ing. Msc. Juan Pablo Aragón

TUTOR

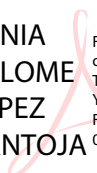
Tulcán, julio de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Magister en Gestión de Calidad con mención en estadística de procesos.

Yo, Tania Salomé Yépez Pantoja con cédula de identidad número 0401732458 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

TANIA
SALOME
YEPEZ
PANTOJA



Firmado digitalmente por
TANIA SALOME
YEPEZ PANTOJA
Fecha: 2025.07.17
09:19:08 -05'00'

Tania Salomé Yépez Pantoja

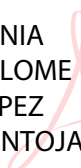
AUTORA

Tulcán, julio de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Tania Salomé Yépez Pantoja declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Estudio del impacto ambiental esperado versus impacto ambiental provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi, a través la planta de tratamiento de aguas residuales” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

TANIA
SALOME
YEPEZ
PANTOJA



Firmado
digitalmente por
TANIA SALOME
YEPEZ PANTOJA
Fecha: 2025.07.17
09:19:48 -05'00'

Tania Salomé Yépez Pantoja

AUTORA

Tulcán, julio de 2025

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permanecer y trascender en mi vida.

A mi mamá, por el ejemplo de trabajo y amor.

Al Ing. Juan Pablo Aragón guiarme y ser constante en este trabajo investigativo, por paciencia y enseñanza en cada etapa.

Salomé

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia, quienes con su ejemplo, me enseñaron que el conocimiento es la llave que abre las puertas del cambio.

Salomé.

ÍNDICE

RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.	1
PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Preguntas de investigación.....	3
1.3. Objetivos de investigación.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Justificación	4
CAPÍTULO II.	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1. Antecedentes de investigación.....	5
2.1.1. Residuos en industrias Alimenticias en Ecuador	5
2.1.2. Residuos de industrias lácteas.....	6
2.1.3. Tratamientos de aguas industriales en plantas lácteas del Ecuador	7
2.1.4. Planta de tratamiento de agua residual – PTAR	8
2.1.5. Innovación Tecnológica y Metodológica en Plantas de Tratamiento de Aguas en la Industria Láctea.....	9
2.1.6 Tratamiento de agua industriales en CORPABE - Industria de Alimentos y Bebidas. ..	11
2.2. Marco teórico	11
2.2.1. Definición de aguas residuales.....	11
2.2.2. Caracterización de aguas residuales de industrias lácteas.	12
2.2.3. Manejo y soluciones hacia las aguas residuales.	13
2.2.4 Plantas de tratamiento de agua en industrias lácteas.	14
2.2.5. Impacto ambiental de las aguas residuales de empresas de lácteos.....	14

2.2.6. Características ambientales en el proceso de elaboración de leche tratada térmicamente.	16
2.2.7. Contaminantes resultantes de procesos lácteo UHT.	17
2.2.8. Gráficos de control.	17
2.3. Marco legal	18
CAPÍTULO III.	22
METODOLOGÍA	22
3.1. Descripción del área de estudio/grupo de estudio.	22
3.1.1. Ubicación	22
3.1.2 Área de tratamiento de aguas residuales.	23
3.2. Enfoque tipo de investigación.	23
3.2.1. Enfoque	23
3.2.2. Tipo de investigación	24
3.3. Definición de variables	25
3.4. Procedimientos.	25
3.4.1. Identificar actividades con mayor producción de residuos contaminantes, mediante revisión de historial de producciones.	25
3.4.2. Determinar los impactos ambientales generados en los procesos de la planta CORPABE, mediante análisis de parámetros legales y técnicos.	28
3.4.2.1 Estructura de la encuesta.	28
3.4.2.2 Validación de la encuesta.	29
3.4.2.3 Uso de tablas de contingencia.	31
3.4.3. Evaluar los impactos reales producidos y los impactos esperados del primer semestre del año 2024, mediante gráficos de control.	31
3.5. Consideraciones bioéticas	32
CAPÍTULO IV.	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34

4.1. Identificación de actividades con mayor producción de residuos contaminantes produce.	34
4.1.1. Procedimientos Internos.....	34
4.1.2. Diagrama de flujo	35
4.1.3. Matriz de interacciones.	37
4.2. Determinación de los impactos ambientales generados en los procesos de la planta CORPABE, mediante análisis de parámetros legales y técnicos.....	42
4.2.1. Interpretación de resultados	43
4.3. Evaluación los impactos reales producidos y los impactos esperados del primer semestre del año 2024, mediante gráficos de control.	51
4.3.1. Gráficos con factores ambientales	52
4.3.2. Gráficos con factores legales	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados de contaminación por procesos lácteos.	7
Tabla 3 Información base para el desarrollo de un Sistema de Gestión Ambiental	35
Tabla 4 Resultados de matriz de aplicación de matriz de Leopold.....	38
Tabla 5 Promedio semestral de valores de descarga al cuerpo dulce del agua tratada de planta de producción.....	39
Tabla 6 Normativa Ambiental versus resultados de un tratamiento de agua residual inicial .	43
Tabla 7 Análisis de PESTEL en la Planta de tratamiento de agua residual - PTAR, de acuerdo a factores:	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación de plantas de tratamiento en Ecuador	14
Figura 2	Cadena de interacción de agua en planta CORPABE	16
Figura 3	Descripción de estructura de un gráfico de control	18
Figura 4	Ubicación satelital de la planta de producción y planta de tratamiento	22
Figura 5	Piscinas de la planta de tratamiento	23
Figura 6	Desarrollo de Matriz de LEOPOLD.....	27
Figura 7	Aplicación de encuestas al personal operativo.....	30
Figura 8	Aplicación de encuestas al personal administrativo.....	30
Figura 9	Punto de salida de agua tratada hacia un cuerpo dulce de agua	31
Figura 10	Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de leche	36
Figura 11	Nivel Organizacional del área de Ambiente de empresa CORPABE S.A.	42
Figura 12	Producciones de mayor sobre esfuerzo para la planta de tratamiento – PTAR la planta CORPABE S.A.	44
Figura 13	Desafíos presentados durante el proceso en la planta de tratamiento	47
Figura 14	Periodos de notificación de resultados de la PTAR	48
Figura 15	Independencia de variables a través de tablas de contingencia.....	50
Figura 16	Evolución de la calidad de agua vertida al cuerpo dulce de acuerdo a TULSMA. Tabla 1 (Ordeño, 2023).....	52
Figura 17	Parámetros de DQO en agua tratada -primer semestre 2024	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Validación Abstract.....	61
Anexo B. Análisis Externos con base a Norma de calidad Ambiental y descarga de efluentes al recurso de agua.....	61
Anexo C. atriz LEOPOLD	67
Anexo D. Descripción de Encuesta	68
Anexo E. Validación de encuestas	70
Anexo F. Glosario	73

RESUMEN

El presente estudio analiza la diferencia entre el impacto ambiental previsto en la operación de una estación de tratamiento de aguas residuales - PTAR y el impacto real observado tras su operación en la planta de alimentos Corporación Ecuatoriana de Alimentos y Bebidas Corpabe S.A. A través de matrices cualitativas / cuantitativas: matriz de LEOPOLD y matriz de PESTEL, dónde se identificó la reducción significativa de contaminantes orgánicos e inorgánicos avalado con el cumplimiento de normativas ambientales locales y nacionales y en cumplimiento del objetivo inicial de con ello ejemplificar la responsabilidad de sostenibilidad ambiental. Las desviaciones de resultados al inicio de la implementación de la planta determinaron que el desconocimiento en las diversas etapas: máximas cargas y toma de decisiones en nuevos procesos. Las desviaciones identificadas no fueron críticas, pero sí indicaron la necesidad de optimizar y representar procesos, especialmente el monitoreo en parámetros del agua tratada para evitar sobrecargas. Esta investigación de impactos permitió establecer la línea base de objetivos específicos, dónde el impacto provocado fue menor al previsto durante el periodo analizado, debido a que la implementación de gráficos de control fueron una herramienta clave para superar los desafíos operativos y de gestión, ya que permitió alinear de manera efectiva los resultados reales con las expectativas ambientales y normativas establecidas.

Palabras clave: Planta Tratamiento de Aguas Residuales -PTAR, Residuos sólidos orgánicos y gráficos de control.

ABSTRACT

The present study analyses the difference between the environmental impact expected during the operation of a wastewater treatment plant - WWTP and the actual impact observed after its operation at the food processing facility Corporación Ecuatoriana de Alimentos y Bebidas Corpabe S.A. Through qualitative/quantitative matrices: LEOPOLD matrix and PESTEL matrix, where the study identified a significant reduction in organic and inorganic pollutants, supported by compliance with local and national environmental regulations. This confirms the achievement of the plant's original objective and exemplifies a commitment to environmental sustainability. Deviations in results at the start of plant implementation were due to a lack of knowledge at various stages, including maximum loads and decision-making in new processes. The identified deviations were not critical, but they did indicate a need to optimize and represent processes, particularly in monitoring treated water parameters to prevent overloads. This impact assessment helped establish a baseline for specific objectives, with the impact resulting in less than anticipated during the period analyzed. This is because the implementation of control charts was a key tool for overcoming operational and management challenges, effectively aligning actual results with established environmental and regulatory expectations.

Keywords: Wastewater Treatment Plant (WWTP), organic solid waste, control charts.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los efluentes de las industrias alimentarias contienen altos niveles de nutrientes, sólidos en suspensión tales como: grasas, aceites y sustancias químicas empleadas en las actividades de limpieza y producción, lo que puede llevar al enriquecimiento de aguas, cuando las descargas no son tratadas en conformidad a procesos ambientales de descarga de aguas residuales y cumplimientos de leyes ambientales nacionales (Fewtrell, 2021).

La empresa CORPABE – Corporación Nacional de Alimentos y Bebidas, ubicada en Machachi produce residuos líquidos químicos y orgánicos de origen limpieza de equipos y producción de lácteos en estado líquido y estado de polvo; por lo que ha establecido políticas ambientales, con el propósito de desarrollo sostenible, de igual manera, fomentar el bienestar a lo largo de todo su ciclo productivo sin poner en riesgo el medio ambiente y en alineación con el objetivo °N 6: Agua limpia y saneamiento; del plan de avance global sostenible.

Al implementar el funcionamiento de la planta con sistema biológico a partir de bacterias aerobias; el objetivo fue el tratamiento de 800m³ de agua al día, en cumplimiento de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y DQO (Demanda Química de Oxígeno) de acuerdo con normativas legales y técnicas del Código Orgánico Ambiental vigente 2018.

Sin embargo, la alta demanda de producción y el inicio de operación de la planta de tratamiento han sido variables para el incumplimiento de objetivos, dónde el agua a tratar es de volumen mayor a 800m³ y en seguimiento el DBO y DQO los resultados han sido fuera de especificación; por lo tanto, este análisis establecerá una línea base para estandarizar el procedimiento de intervención de aguas residuales dentro de conformidad.

El control indebido de residuos industriales puede generar un alto impacto ambiental debido a que el agua contaminada o los efluentes pueden estar en contacto con diversos ecosistemas y con el hombre ocasionando problemas en los entornos naturales y en el bienestar humano (García, 2017).

Uno de los principales problemas que impacta la eficiencia de una estación de depuración de aguas residuales es el estado de su infraestructura, por presentar deficiencias en su estructura, funcionamiento y conservación, lo que compromete la calidad del tratamiento del agua, por el desconocimiento y reciente aplicación en el país (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2020).

Un desafío clave en la administración de las instalaciones de depuración de aguas residuales es la recopilación de datos sin una interpretación adecuada, lo que obstruye decisiones informadas para optimizar el transcurso, dónde se pueden mencionar: falta de análisis de tendencias y variabilidad de los datos operacionales; lo que puede impactar negativamente en la supervisión por parte de autoridades reguladoras y en la implementación de acciones correctivas. La falta de interpretación adecuada de los datos operacionales impide la detección de problemas y mejora de los procesos (Acuña, 2020).

El despliegue de mecanismos de monitoreo en el instante y el análisis de datos permiten una gestión más eficiente, reduciendo costos operacionales y mejorando la calidad del efluente.

Los temas de: alta producción, instalación de la planta, mayor volumen de agua y valores fuera de especificación requieren un enfoque integral, que incluya la innovación en el despliegue de mecanismos de monitoreo en el instante y el uso de metodologías de análisis de datos que permitan optimizar los procesos de gestión de aguas residuales; el presente estudio investigativo se aplica a la resolución práctica de interpretar resultados y con gráficos de control e identificación de causa raíz, con el objetivo de mantener agua apta para el consumo y optimizar recursos económicos y ambientales.

Considerando los puntos mencionados anteriormente, en este trabajo de investigación se interpretan resultados y con gráficos de control e identificación de causa raíz, con el objetivo de mantener la calidad del agua tratada y optimizar recursos económicos y ambientales.

En este contexto, el problema central radica en que, pese a la implementación de una estación de tratamiento con tecnología biológica para desempeñar con los límites legales de descarga, los niveles de DBO y DQO han excedido los valores normativos debido al aumento del volumen de producción y deficiencias operativas. Esta situación

compromete el cumplimiento ambiental de la empresa CORPABE y plantea la necesidad de analizar el impacto ambiental provocado frente al esperado, mediante la interpretación de datos operacionales, gráficos de control y causas raíz, con el fin de optimizar el desempeño de la depuración de aguas residuales.

En este espacio debe estar la formulación del problema a modo de pregunta o afirmación.

1.2. Preguntas de investigación

Se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los impactos reales se generan en la planta de alimentos CORPABE – Machachi?
- ¿Cuál es la metodología de control del proceso de tratamiento de aguas residuales?
- ¿Cuáles son los indicadores de funcionamiento adecuado de la planta de tratamiento de aguas residuales?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo General

Analizar el impacto ambiental esperado versus el impacto provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las actividades de la empresa que mayores residuos contaminantes produce, mediante revisión de historial de producciones.
- Determinar los impactos ambientales generados en los procesos de la planta CORPABE, mediante análisis de parámetros legales y técnicos.
- Evaluar los impactos reales producidos y los impactos esperados del primer semestre del año 2024, mediante gráficos de control.

1.4. Justificación

De acuerdo con el Código Orgánico del Ambiente, el Art. 217.- Aplicación de la Responsabilidad extendida del Productor sobre la gestión de sustancias químicas. “Los productores tienen la responsabilidad de la gestión del producto en todo el ciclo de vida, así como lo relativo al tratamiento o disposición final del mismo cuando se convierte en residuo o desecho luego de su vida útil o por otras circunstancias” (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

La finalidad de esta exploración es examinar la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) ubicada en Machachi, considerando que su implementación respondió tanto a exigencias de cumplimiento legal como a metas técnicas establecidas para la mejora de la gestión ambiental. La evaluación de su desempeño no solo permite verificar la efectividad del sistema en el tratamiento de los efluentes generados, sino también identificar oportunidades de optimización que garanticen su operación eficiente y sostenible en el tiempo. Además, este estudio se alinea directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas, contribuyendo de manera específica al ODS 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

La investigación contribuirá a la determinación de la magnitud y duración de los impactos asociados a un correcto tratamiento de residuos, con el objetivo de tomar decisiones fundamentadas en evidencia en el marco de la administración ambiental (Saltos, 2011).

Además, el desarrollo de este estudio permitirá fortalecer las prácticas de sostenibilidad en la operación de plantas de tratamiento, optimizar la eficacia en el control de aguas residuales y reducir los riesgos de contaminación de cuerpos de agua. De esta manera, se generará un aporte positivo al cumplimiento de los estándares ambientales vigentes y se promoverá una cultura organizacional enfocada hacia la mejora continua y sostenibilidad de acuerdo con los objetivos de sostenibilidad de la Universidad Politécnica Estatal de Carchi.

Como parte de la justificación debe estar el aporte de la investigación al “Plan Nacional de Desarrollo”, su vínculo con los ODS (si lo tiene) y el hilo de estudio del programa a la que se alinea la investigación.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. Residuos en industrias Alimenticias en Ecuador

En Ecuador, La agroindustria es un pilar esencial de la economía, aportando significativamente al Producto Interno Bruto (PIB). Según la Cámara de Industrias de Guayaquil (2020), en 2018, este sector contribuyó con el 6,2% al PIB nacional, destacándose la producción de cárnicos (1,02%), camarón (1,08%) y bebidas (1,00%). Sin embargo, este crecimiento conlleva la generación de una considerable cantidad de residuos agroindustriales (Riera, 2018).

De acuerdo con Riera *et al.* (2018) estiman que Ecuador produce aproximadamente 2,2 millones de toneladas de estos desechos cada año, principalmente de naturaleza lignocelulósica o compuestos de almidón. La gestión inadecuada de estos desechos puede provocar contaminación ambiental y amenazas al bienestar público.

El Acuerdo Ministerial No. MAATE-2022-067 especifica a los desechos riesgosos como aquellos que, por sus propiedades corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas o radioactivas, suponen un peligro para el bienestar humano y el entorno. Asimismo, se enfatiza la necesidad de una gestión correcta de estos desechos para reducir su efecto ambiental.

Estudios específicos sobre subsectores de la industria alimentaria en Ecuador han evidenciado desafíos en la administración de desechos. Por ejemplo, en la producción de lácteos, se ha identificado que el manejo inadecuado de subproductos como el suero puede generar contaminación si no se implementan prácticas de gestión adecuadas. La correcta gestión de estos residuos es esencial para minimizar su impacto ambiental y promover la sostenibilidad en el sector (León, 2017).

Además, investigaciones sobre auditorías de residuos sólidos en industrias alimenticias ecuatorianas han resaltado la importancia de implementar sistemas de gestión ambiental que permitan identificar, clasificar y manejar adecuadamente los residuos generados. Estas prácticas no solo buscan la adherencia a la legislación actual - El Código Orgánico del Ambiente; así como la disminución de gastos operativos y el avance de la imagen corporativa (Gallardo , 2017).

2.1.2. Residuos de industrias lácteas

El sector lácteo es clave en la economía y nutrición global; sin embargo, sus procesos generan diversos tipos de residuos que pueden impactar negativamente el entorno sin una gestión adecuada.

Los efluentes generados por las fábricas de lácteos causan un efecto significativo en el entorno al ser arrojados sin intervención previa en ríos y arroyos de las urbes. Las aguas residuales presentan altos niveles orgánicos que alteran el equilibrio de las zonas de captación, debido a la abundancia de nutrientes orgánicos del descarte del producto lácteo. Los componentes orgánicos aumentan la descomposición, provocando una reducción del oxígeno en el cuerpo hídrico y afectando su calidad (González, 2018).

La tabla 1 muestra la polución generada en la producción de determinados lácteos, usando la leche como insumo. Los niveles de polución en aguas residuales, demanda química de oxígeno y grasas, se indican en metros cúbicos de desechos por tonelada de leche procesada:

Los valores detallados en la tabla 1, reflejan que la elaboración de leche es la actividad que genera altos niveles de agua residual y como resultado el mayor consumo de oxígeno

Tabla 1

Resultados de contaminación por procesos lácteos.

Productos	Tipo de contaminación		
	Agua residual	Demanda Química de oxígeno	Grasa
Terminados			
Mantequilla	0,20 a 0,30%	0,3 a 1,9%	0,05 – 0,4%
Leche	0,30 a 0,34%	0,1 a 0,4%	0,01 – 0,04%
Queso	0,06 a 0,30%	0,2 a 0,6%	0,008 – 0,03%

Fuente: Datos tomados del obtenido del estudio de Generación de subproductos de Nuñez (2022).

2.1.3. Tratamientos de aguas industriales en plantas lácteas del Ecuador

La industria láctea en Ecuador es una de las principales actividades agroindustriales del país, generando productos como leche pasteurizada, quesos, yogures y otros derivados. Sin embargo, este sector produce una cantidad significativa de aguas residuales que, si no se manejan correctamente, pueden generar efectos ambientales adversos. Las aguas residuales de la industria láctea se distinguen por incluir altos niveles de materia orgánica, aceites, grasas y sólidos en suspensión, además de variaciones en el pH debido al uso de agentes de limpieza en los procesos de producción (Gaibor, 2014).

En Ecuador, diversas investigaciones han abordado el diseño y la instalación de mecanismos de depuración de aguas residuales en plantas lácteas. Por ejemplo, en la microempresa láctea "Digna Isabel", se creó una planta de depuración que incluye procesos de coagulación y floculación para reducir la carga contaminante de sus efluentes (Chico, 2023).

Otro estudio realizado por Chariguaman (2024), en una planta de lácteos en la Amazonía ecuatoriana se propuso una intervención que una sedimentación, coagulación-floculación y filtración, logrando una reducción significativa de desechos en estas aguas.

Además, en la empresa quesera "Friulatte", ubicada en Aloag, se evaluó y diseñó un mecanismo de depuración biológico aerobio a escala de laboratorio. El tratamiento

consistió en la aireación y la inoculación con lodos activados, obteniendo una reducción del 63,01% en la demanda química de oxígeno (DQO) de las aguas residuales (Guerrero, 2017).

El tratamiento de aguas en fábricas lácteas es esencial para reducir el impacto ambiental y seguir las normativas locales e internacionales; en el contexto de Ecuador, las plantas lácteas enfrentan desafíos específicos debido a la normativa ambiental y las características particulares de sus aguas residuales, que normalmente poseen altos niveles orgánicos y contenido de grasas y proteínas (Sanches, 2018).

Entre las plantas lácteas pioneras en tratamientos de aguas industriales se encuentran:

- Indulac, ubicada en Guayaquil

Utiliza un sistema de tratamiento combinado que incluye una etapa anaerobia seguida de tratamiento aeróbico. La planta ha logrado reducir significativamente su carga contaminante y ha implementado la reutilización del agua tratada para limpieza de equipos y riego.

- Planta Láctea "CORPABE - Ordeño", ubicada en Machachi.

Implementaron un mecanismo de depuración biológico que contiene un tanque de aeración seguido de un clarificador secundario. Este sistema ha demostrado ser efectivo en reducir la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y la DQO (Demanda Química de Oxígeno) a niveles aceptables para el vertido.

2.1.4. Planta de tratamiento de agua residual – PTAR

La implementación de una planta de tratamiento de agua residual, no solo favorece la sostenibilidad ecológica, sino que también puede generar beneficios económicos para las industrias lácteas al optimizar el uso del agua y reducir costos asociados al tratamiento de efluentes (Costa, 2017).

La estructura de una PTAR en la industria láctea, conlleva las etapas:

1. Pretratamiento: Implica la remoción de sólidos grandes y arenas a través de rejillas y desarenadores; esta fase es crucial para salvaguardar los dispositivos posteriores y mejorar la eficiencia del tratamiento.
2. Tratamiento primario: En esta fase, se emplean procesos físico-químicos como la sedimentación y clarificación para quitar sólidos en suspensión y disminuir el consumo bioquímico de oxígeno (DBO). La flotación por aire disuelto (DAF) es una técnica comúnmente utilizada para separar sólidos y grasas del efluente.
3. Tratamiento secundario: Implica procesos biológicos, como sistemas anaeróbicos y aeróbicos, para descomponer la materia orgánica disuelta. Los reactores de biomasa en suspensión o de lecho móvil son opciones utilizadas en esta fase.
4. Tratamiento terciario: Incluye procesos avanzados para la supresión de sustentos (nitrógeno y fósforo) y la desinfección del efluente, garantizando que se ajuste a las pautas de vertido o reutilización.

La funcionalidad de estas plantas se centra en reducir la carga contaminante del efluente lácteo para reducir su huella ecológica, con indicadores de:

- Reducción de la DBO y DQO: Disminuyendo el volumen de sustancia orgánica que consume oxígeno en los agentes receptores.
- Eliminación de grasas y sólidos: Previendo la formación de películas superficiales y sedimentación en cuerpos de agua.
- Control de pH: Evitando el cambio de las condiciones naturales de los ecosistemas acuáticos.
- Eliminación de nutrientes: Previendo procesos de eutrofización que influyen en las propiedades del agua y la biodiversidad.

2.1.5. Innovación Tecnológica y Metodológica en Plantas de Tratamiento de Aguas en la Industria Láctea.

La industria de productos lácteos produce elevadas cantidades de efluentes con niveles altos de carga orgánica, grasas, proteínas y detergentes. La innovación en la depuración de estas aguas se centra en la optimización de los procesos químicos, físicos y biológicos,

incorporando nuevas tecnologías que mejoran la eficacia de la intervención y minimizan el efecto en el entorno, dónde destacan:

- Sistemas de membranas (MBR - Membrane Bioreactor): Incorporan filtración con membranas para la supresión avanzada de contaminantes, alcanzando una mejor calidad del agua procesada y permitiendo su reutilización en procesos industriales (Judd, 2017).
- Flotación por aire disuelto (DAF - Dissolved Air Flotation): Tecnología clave en la eliminación de grasas y partículas en suspensión en la industria láctea, utilizada como pretratamiento para mejorar la eficacia de los procesos biológicos sucesivos (Kwarciak-Kozłowska *et al.*, 2021).
- Digestión anaerobia para generación de biogás: Permite la transformación de materia orgánica en biogás (metano), promoviendo la producción de energía renovable y reduciendo la polución de las aguas residuales (Amani, 2017).

La creación de métodos eficaces para la depuración de aguas residuales lácteas ha evolucionado hacia enfoques más integrados y sostenibles (Khanal, 2012):

- Metodología de ciclo de vida: Evalúa la influencia ecológica de los procesos de efluentes considerando el consumo energético, la producción de lodos y la huella de carbono asociada a cada proceso.
- Sistemas de economía circular: Promueven el uso del agua reciclada en actividades productivas o para riego agrícola, minimizando el desperdicio y mejorando la eficiencia hídrica.
- Uso de biosorbentes naturales: se refiere al desarrollo y aplicación de materiales de origen biológico capaces de adsorber o capturar contaminantes del agua, de forma eficaz, asequible y llevadera.

La innovación en tecnología y metodología para el manejo de aguas residuales en el sector comercial y productor de lácteos es clave para mejorar la sostenibilidad del sector. La adopción de tecnologías avanzadas, el enfoque en el reaprovechamiento del agua y la adopción de conceptos de economía circular están transformando la manera en que se gestionan los efluentes en las plantas lácteas.

2.1.6 Tratamiento de agua industriales en CORPABE - Industria de Alimentos y Bebidas.

La gestión ambiental en la planta CORPABE se encuentra alineada con el propósito de sostenibilidad tanto de la empresa como de su entorno. Los principales residuos generados provienen de la cadena productiva, donde destacan los efluentes resultantes del lavado de equipos con productos químicos, como soda cáustica y ácido nítrico, así como los desechos producidos en los procedimientos de elaboración y del consumo de agua. Todos estos residuos son conducidos al mecanismo de intervención de aguas residuales para su gestión adecuada.

Con la implementación de una planta de tratamiento a partir de bacterias anaeróbicas, la planta láctea intenta crear bienestar en todo su ciclo productivo sin perjudicar al entorno en cada etapa que ejecuta, más sin embargo las variables externas como calidad de materia prima y cortes eléctricos, fluctúan el rendimiento del tratamiento de aguas.

Para el final del semestre del 2022, se tuvo desperdicios de producto, donde varios litros de producto fueron desechados hacia el sistema de depuración de aguas, lo que provocó un sobre esfuerzo al sistema y canalizó recursos para mejorar la planta de tratamiento en cuenta a infraestructura y capacidad (Memoria de sostenibilidad de CORPABE, 2022).

2.2. Marco teórico

El desarrollo de este capítulo en esta investigación permitirá fundamentar el análisis del impacto esperado frente al impacto real de un sistema de intervención de aguas residuales en la industria de alimentos. Por lo tanto, se revisarán conceptos clave como gestión ambiental, normativas aplicables, eficiencia de los sistemas de depuración y su influencia en la calidad del agua descargada. Además, se explorarán estudios previos sobre los efectos de estas infraestructuras en el entorno y en la operación industrial; lo que ofrece un cimiento firme para la evaluación y mejora del sistema.

2.2.1. Definición de aguas residuales

Son aquellas derivadas de actividades productivas y comerciales, conteniendo residuos específicos derivados de los procesos industriales. En el caso de la industria láctea, estas aguas provienen de diversas etapas del procesamiento de la leche y sus derivados,

presentando una composición altamente variable dependiendo de las tecnologías empleadas y la naturaleza de los productos elaborados (Sanches, 2018).

Según Gutiérrez *et al.* (2019), las aguas usadas producidas en fábricas de productos lácteos pueden clasificarse en:

- Aguas residuales de producción: Derivadas del proceso de transformación de la leche, como la fabricación de queso, yogur, crema y mantequilla. Estas contienen residuos de proteínas, lactosa y grasas.
- Aguas residuales de limpieza y desinfección: Proceden del lavado de equipos y superficies de trabajo con detergentes y desinfectantes alcalinos o ácidos, afectando el pH de los efluentes.
- Aguas residuales de enfriamiento: Provenientes del uso de sistemas de refrigeración, generalmente con menor carga contaminante.

El suero lácteo, un residuo de elaboración del queso, es uno de los componentes más contaminantes en las aguas residuales de este sector, por su elevado contenido de lactosa y proteínas, que pueden generar problemas ambientales sin una correcta gestión (García, 2017).

2.2.2. Caracterización de aguas residuales de industrias lácteas.

El sector de los lácteos es uno de los mayores productores de aguas residuales industriales, debido al uso elevado de agua en su ejecución: producción, limpieza y refrigeración. Estas aguas residuales muestran altos niveles orgánicos compuesto por proteínas, grasas y lactosa, lo que las convierte en un efluente con alto impacto ambiental si no se gestionan adecuadamente (Guerrero, 2017).

De acuerdo con Gutiérrez (2019), las principales características de estas aguas, según son:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Indica el oxígeno necesario para que microorganismos descompongan la materia orgánica en el agua.

En aguas residuales lácteas, la DBO oscila entre 1,000 y 4,000 mg/L, lo que indica un alto contenido de materia biodegradable. Una elevada DBO puede causar eutrofización en cuerpos acuáticos si se descargan sin tratamiento adecuado.

- Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Evalúa la totalidad de elementos orgánicos en el agua, incluyendo aquellos no biodegradables. En la industria láctea, la DQO puede alcanzar valores de 10,000 mg/L, dependiendo del tipo de residuos generados. Una alta DQO indica la necesidad de procesos de tratamiento avanzados, como la digestión anaerobia o membranas de filtración.

- Contenido de Grasas y Aceites

Se generan principalmente en la producción de mantequilla, crema y quesos.

Los valores típicos oscilan entre 100 y 1,000 mg/L. El acaparamiento de lípidos en cuerpos acuáticos puede provocar la obstrucción de sistemas de drenaje y la formación de capas superficiales que impiden la oxigenación.

- Sólidos Suspendedos Totales (SST)

Incluyen residuos de proteínas, partículas de leche y coagulantes de procesos de producción. Los SST pueden alcanzar hasta 1,500 mg/L, afectando la sedimentación en plantas de tratamiento.

2.2.3. Manejo y soluciones hacia las aguas residuales.

Los desechos generados en la fabricación de lácteos incluyen altos niveles de componentes orgánicos, grasas, proteínas y lactosa, componentes que incrementan la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), afectando negativamente los cuerpos de agua receptores, desarrollando eutrofización, por lo tanto se desarrollan técnicas para mitigar actividades negativas.

El tratamiento correcto de las aguas residuales en las empresas alimentarias es esencial para reducir los efectos ambientales y de salud pública vinculados a la liberación de estos efluentes. Las empresas del sector alimentario producen grandes cantidades de aguas residuales que pueden tener diversos contaminantes, desde materia orgánica y grasas hasta productos químicos y patógenos (Abello, 2020).

La implementación adecuada de técnicas de tratamiento de residuos industriales, no solo contribuye a cuidar el medio ambiente, además asegura el cumplimiento con las regulaciones y desarrolla la sostenibilidad de un proceso industrial.

2.2.5. Impacto ambiental de las aguas residuales de empresas de lácteos

Los desechos de industrias alimentarias frecuentemente presentan elevados niveles de componentes orgánicos, grasas, aceites y sólidos suspendidos. Esto puede generar contaminación en fuentes de agua si no se manejan correctamente. Los altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en estas aguas pueden disminuir la disponibilidad de oxígeno en el agua, lo que puede causar la muerte de seres acuáticos y la creación de zonas muertas (García, 2017).

Los nutrientes en aguas residuales de la industria alimentaria, como nitrógeno y fósforo, pueden causar eutrofización en cuerpos de agua. La eutrofización es un proceso en el cual si existen abundantes componentes promueven el aumento excesivo de algas, que, a su vez, puede causar la hipoxia y afectar negativamente a las especies acuáticas (Carpenter, 2011).

2.2.5.1 Impacto ambiental generado en plantas lácteas.

En la elaboración de lácteos ecuatorianos, como de otros productos alimenticios, se producen residuos desde la cría y alimentación de vacas hasta la obtención de leche y productos lácteos. Si no se controla y previene desde la empresa y los gobiernos locales, este deterioro ambiental podría impactar en el bienestar de los residentes que habitan en los alrededores de las fábricas (Rodríguez, 2015).

Estudios sobre la expansión de la industria láctea evidencian que el impacto generado por la administración inapropiada de los efluentes industriales en Ecuador es considerable. Los incumplimientos a las normativas ambientales vigentes se presentan tanto en zonas urbanas como en áreas industriales, lo que agrava los efectos sobre los cuerpos de agua y la calidad ambiental.

El monitoreo del agua y su uso deben trascender el “deber legal”, buscando que la organización alcance un auténtico progreso sustentable, ser responsable con la sociedad y ecología en todo el ciclo de agua para la producción (Rodríguez, 2015).

En 2022, planta CORPABE se llevó a cabo la fase dos de la estación de intervención de aguas residuales la planta con método biológico, diseñada para procesar 800 m³ de agua al día, con el fin de reducir el impacto ambiental (Ordeño, 2023).

En el ámbito ambiental la planta CORPABE está comprometida con el resguardo del medio ambiente en todo su proceso de fabricación. Controlar su impacto ambiental se logra mediante la producción de circuito cerrado, producción sostenible y uso eficiente de patrimonios como se muestra en la segunda figura (Ordeño, 2023).

Figura 2

Cadena de interacción de agua en planta CORPABE



Fuente: La figura muestra el ciclo del agua en la planta de producción (Memoria de sostenibilidad, 2023).

En la figura 2 se observa la extracción y empleo de agua, durante su curso, dónde el volumen de extracción se gestionó sin incidencias en zonas de estrés hídrico, demostrando un manejo responsable de los recursos hídricos disponibles.

2.2.6. Características ambientales en el proceso de elaboración de leche tratada térmicamente.

Las propiedades asociadas al proceso de producción de leche pasteurizada interactúan con el medio ambiente como con los trabajadores, a través de la transformación de materias primas, el consumo de energía, el manejo de sustancias líquidas y la generación de contaminación ambiental. Estos aspectos deben ser gestionados eficientemente para

minimizar el efecto en el medio ambiente y garantizar la sostenibilidad del proceso productivo (Nuñez, 2022).

2.2.7. Contaminantes resultantes de procesos lácteo UHT.

La tabla 2 muestra la contaminación producida en la producción de servicios lácteos. Durante la producción se dan cuatro tipos de contaminación: basura, aguas usadas, desechos peligrosos y polución del aire

Tabla 2

Referido a la investigación de Acuña (2020) sobre contaminación generación en los procesos de fabricación de productos lácteos.

Tipo de contaminación	Elementos y componentes generados
Residuos Tóxicos	Detergentes y desinfectantes Aceites y disolventes Ácidos y soluciones de laboratorio Envases y fundas de químicos de limpieza, Envases contenedores de basura.
Residuos sólidos	Chatarra producida en el área de mantenimiento. Pallets y films de embalaje.
Aguas Residuales	Con restos de productos lácteos Con contenido de lodos, sales y óxidos de estructuras y sistemas

2.2.8. Gráficos de control.

Un estudio realizado por Gupta *et al.* (2019) destacan el uso de gráficos de control de Shewhart en plantas de tratamiento de agua que permitieron una reducción del 15% en los eventos de incumplimiento de calidad del agua, mejorando así la eficiencia global del proceso.

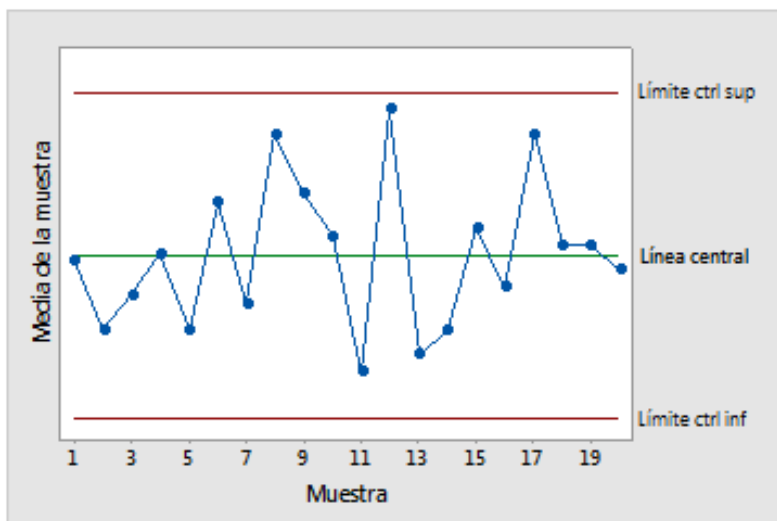
Los gráficos de control son equipos estadísticos que ayudan a detectar la versatilidad en un proceso y diferenciar entre causas comunes (naturales) y especiales (anómalas), estas herramientas presentan los siguientes aportes:

- Monitoreo continuo de parámetros clave
- Detección temprana de desviaciones
- Optimización de recursos
- Soporte para decidir correctamente

La figura 3, es una de las representaciones de gráficas de control de una serie de pasos organizados temporalmente. La mayoría de las gráficas de control presenta una línea central, un límite superior y un límite inferior. La línea media simboliza el promedio del proceso. Los límites de control indican la diversificación del proceso.

Figura 3

Descripción de estructura de un gráfico de control



Nota: el gráfico de control plasmado con límites permite el direccionamiento de decisiones sin riesgos

2.3. Marco legal

Dentro de las normativas a cumplir de acuerdo con el presente estudio, se describen a continuación:

Las leyes ambientales en Ecuador, se primordiales para el desarrollo sostenible del país; siendo las normas las que permiten el desarrollo financiero público y privado con la conservación del patrimonio natural.

Ecuador ha tomado pasos importantes para proteger su medio ambiente a través de una robusta normativa ambiental y en conjunto con la participación y el compromiso de todos los sectores sociales para alcanzar este fin. Las normativas legales que refieren a términos de cumplimiento ambiental en el país son:

- Constitución de la República del Ecuador - 2021, Contexto de la gestión ambiental y el desarrollo sostenible

- Artículo 14 – Derecho a un ambiente sano
 - Artículo 15 – Protección de la biodiversidad
 - Artículo 27 – Educación y medio ambiente
 - Artículo 83 literal 6 – Deberes ciudadanos. Literal c: artículo 276 – Objetivos del régimen de desarrollo y artículo 397 – Responsabilidad del Estado ante daños ambientales.
- Ley de gestión ambiental: Ley N° 37
Promulgada el 30 de julio de 1999, crea la normativa para salvaguardar el entorno natural en el país, esta normativa define los principios, directrices y responsabilidades del sector público y privado en cuestiones ambientales, así como los límites permitidos, controles y sanciones adecuadas, a partir del 2017 el Código Orgánico del Ambiente, derogó la Ley N° 37 y con ello se actualizó el marco legal ambiental del país.
 - Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre:
Resguarda la biodiversidad codificada en el Registro Oficial Suplemento 418 el 10 de septiembre de 2004, establece el marco legal para la protección y manejo sostenible de los recursos forestales, áreas naturales y vida silvestre del país. Esta normativa define el Patrimonio Forestal del Estado.
Además, la ley prohíbe la adquisición de derechos reales por prescripción sobre tierras del patrimonio forestal estatal y su disposición por parte del Instituto Nacional de Desarrollo Agrario. También garantiza a los pueblos indígenas y afroecuatorianos los derechos previstos en la Constitución.
 - Acuerdo Ministerial 142: Catálogos nacionales de productos químicos peligrosos, residuos tóxicos y especiales
El Acuerdo Ministerial No. 142, emitido el 11 de octubre de 2012 y publicado en el Registro Oficial No. 856 el 21 de diciembre de 2012, determina los catálogos nacionales de productos químicos peligrosos, residuos tóxicos y especiales en el país.

Este compromiso define y clasifica las sustancias y desechos que, por sus propiedades, implican riesgos para la salud humana y el entorno. Se estructura en tres anexos principales:

- Anexo A: Incluye el listado de productos químicos nocivos, detallando aquellas prohibidas y reguladas en el país.
- Anexo B: Contiene la lista de desechos peligrosos, especificando los tipos de residuos que requieren una gestión especial debido a su peligrosidad.
- Anexo C: Muestra la lista de residuos especiales, identificando aquellos que, aunque no clasificados como peligrosos, necesitan un manejo particular por sus características específicas.

- Acuerdo Ministerial N°097 – TULSMA

Emitido por el Ministerio del Ambiente de Ecuador, expide el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), denominado "Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua". Esta normativa su propósito esencial es prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente relacionada con el recurso hídrico, buscando proteger su calidad para proteger los usos designados, la dignidad de los individuos, los hábitats y el entorno en general.

La norma establece criterios de calidad para diferentes usos del agua, incluyendo:

- Consumo humano y uso doméstico.
- Protección de la fauna terrestre y acuática.
- Uso agrícola o de riego.
- Uso pecuario.
- Uso recreativo.
- Uso estético.

Además, establece reglas generales para la vertiente de efluentes hacia el alcantarillado y cuerpos hídricos, estableciendo límites aceptables, regulaciones y restricciones particulares para cada situación. También se detallan estándares de control de descargas y los métodos para evaluar características físicas, químicas y biológicas con riesgo de contaminación del agua.

Es importante destacar que esta normativa forma parte del TULSMA, el cual compila y unifica la legislación secundaria en materia ambiental en Ecuador, sirviendo como referencia para el manejo y control ambiental en la nación.

Para el presente estudio se validó y contrarrestó los resultados con el Acuerdo Ministerial N°097 TULSMA, donde el anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, detalla en la Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

- Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.

Este reglamento refuerza el marco legal ambiental de Ecuador, promoviendo la preservación, salvaguarda, rehabilitación y cuidado del entorno, en concordancia con los derechos y obligaciones estipulados en la Norma Suprema.

Es de obligatorio cumplimiento para todas las entidades, organismos y dependencias del sector público central y autónomo descentralizado, además de personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos en el territorio nacional.

La ordenanza trata varios temas importantes para la administración del medio ambiente en el país, incluyendo:

- Planificación del desarrollo y ordenamiento territorial: Define criterios territoriales ambientales y normas técnicas que deben ser incorporados en los planes de coordinación a nivel nacional y sectorial.
- Conservación y uso sostenible de la biodiversidad: Regula la gestión de áreas protegidas, la conservación de especies y ecosistemas, y el acceso a recursos biológicos, garantizando la conservación del patrimonio natural de la nación.
- Calidad ambiental: Define normas y procedimientos para evitar y regular la contaminación del aire, agua y suelo, fijando límites aceptables de emisiones y descargas, así como mecanismos de monitoreo y control.
- Gestión de residuos: Establece directrices para el manejo total de desechos sólidos y tóxicos, promoviendo prácticas de disminución, reuso y reciclaje, y asegurando un arreglo final conveniente.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

Durante la exploración se empleó una combinación de metodologías: la descriptiva, la exploratoria y la analítica, lo que facilitó la organización sistemática y la estructuración de los procesos de análisis, comparación y revisión de diversas fuentes de indagación.

3.1. Descripción del área de estudio/grupo de estudio

3.1.1. Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, ciudad de Machachi, Panamericana Sur s/n KM 34,5. La figura 4, evidencia ubicación geográfica de la planta de producción y de depuración dónde se invirtieron 750 mil dólares en construir la segunda etapa de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), que permite entregar agua de calidad al efluente cumpliendo con los niveles determinados en la norma ecuatoriana (Memoria de Sostenibilidad El Ordeño 2023).

Figura 4

Ubicación satelital de la planta de producción y planta de tratamiento



Nota: La figura muestra ubicación de la planta de tratamiento de la planta de producción.

3.1.2 Área de tratamiento de aguas residuales.

El área designada al tratamiento de aguas es de 1200m² y se estableció en el 2023 como se observa en la figura 5; con el fin que la planta industrial, se aliene con el cumplimiento de sostenibilidad ambiental (Ordeño, 2023).

Figura 5

Piscinas de la planta de tratamiento



Nota: La figura muestra parte de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, piscinas de alimentación (Ordeño, 2023).

La conservación y el desarrollo de la construcción se realizan de manera periódica en los sistemas de extracción de agua y tratamiento de aguas residuales, garantizando la conservación y funcionalidad de las áreas destinadas a dichos procesos.

3.2. Enfoque tipo de investigación

3.2.1. Enfoque

Se presentó una orientación mixta, debido a la combinación de elementos cuantitativos y cualitativos, lo que permitió establecer una línea base y obtener un análisis del estado. El desarrollo se efectuó en dos etapas: la primera consistió en una revisión bibliográfica y la recolección de datos, y la segunda en el análisis de los hallazgos de los primeros seis meses del año 2024.

3.2.2. Tipo de investigación

La evaluación del efecto de una estación de aguas residuales en la industria de alimentos requiere un enfoque de investigación adecuado que permita identificar diferencias entre las proyecciones iniciales y los resultados reales. En este contexto, la investigación exploratoria se transforma en un instrumento esencial, porque facilita analizar el fenómeno cuando no existen suficientes estudios previos o cuando se busca comprender los elementos que afectan el rendimiento del sistema de tratamiento. A través de esta metodología, se pueden recopilar datos preliminares sobre la eficacia del tratamiento, el apego a regulaciones ambientales y la percepción de los actores involucrados, proporcionando una base para estudios más detallados en el futuro.

Por otro lado, el enfoque no experimental es esencial en este estudio, ya que la indagación se fundamenta en la reflexión y el análisis de los efectos del tratamiento sin manipular las variables en un entorno controlado. En lugar de intervenir en el proceso de purificación del agua, los investigadores recopilan información a partir de mediciones de calidad del efluente, revisión de reportes ambientales y entrevistas con trabajadores y comunidades cercanas. Esto permite comparar los datos obtenidos con los impactos proyectados inicialmente, identificando discrepancias entre la eficiencia esperada y los efectos reales en el medioambiente y en la operación de la planta.

El uso combinado de la investigación exploratoria y no experimental proporciona un análisis integral de la situación, permitiendo reconocer tanto los beneficios como las deficiencias en la operación de la planta de intervención de aguas residuales. Este enfoque ayuda a comprender las causas de posibles desviaciones entre lo planificado y lo observado, facilitando la toma de decisiones para optimizar el sistema y reducir impactos negativos. En consecuencia, estos métodos de investigación resultan fundamentales para generar propuestas de mejora basadas en evidencia real, contribuyendo al progreso sostenible y eficiente de la intervención de aguas en las fábricas de alimentos.

3.3. Definición de variables

Para el siguiente estudio, las variables de estudio son dependientes y estarán relacionadas con los impactos ambientales observados en el primer semestre del año 2024 en la planta CORPABE, considerando aspectos como:

- **Cumplimiento normativo:** Percepción sobre el cumplimiento de regulaciones ambientales.
- **Eficiencia del tratamiento:** Cumplimiento de características físico químicas y microbiológicas del agua tratada y su impacto en el ecosistema.
- **Afectaciones a la comunidad:** Opiniones sobre olores, ruidos u otros efectos negativos en las zonas cercanas.
- **Sostenibilidad del proceso:** Percepción sobre la viabilidad a largo plazo del tratamiento y su impacto en la conservación del recurso hídrico.

3.4. Procedimientos

3.4.1. Identificar actividades con mayor producción de residuos contaminantes, mediante revisión de historial de producciones.

Un enfoque sistemático permitirá identificar de manera efectiva las actividades que generan mayores cantidades de residuos contaminantes y desarrollar estrategias para reducir su impacto, mediante matrices operacionales, se organiza la información de actividades de mayor alimentación a la planta Tratamiento.

La revisión y socialización de:

- Documentación interna.
- Análisis externos de verificación de parámetros (Anexo 1)
- Diagramas de flujo

La clasificación de implementación de la matriz, tuvo criterios de impacto clasificados en magnitud e importancia, los que se detallan en la tabla 3.

Tabla 3

Impactos, Magnitud e Importancia en Matriz de selección de LEOPOLD

IMPACTOS POSITIVOS						IMPACTOS NEGATIVOS					
MAGNITUD			IMPORTANCIA			MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación	Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1	Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	-1
Baja	Mediana	+2	Media	Puntual	+2	Baja	Mediana	-2	Media	Puntual	-2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3	Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	-3
Mediana	Baja	+4	Temporal	Local	+4	Mediana	Baja	-4	Temporal	Local	-4
Mediana	Mediana	+5	Media	Local	+5	Mediana	Mediana	-5	Media	Local	-5
Mediana	Alta	+6	Permanente	Local	+6	Mediana	Alta	-6	Permanente	Local	-6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7	Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	-7
Alta	Mediana	+8	Media	Regional	+8	Alta	Mediana	-8	Media	Regional	-8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9	Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	-9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10	Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	-10

En función del desarrollo de la matriz de Leopold, cómo se describe en la figura 6; se llevó a cabo el análisis de las actividades que exhibieron una alta generación de residuos, aplicando criterios de evaluación basados en la dimensión del efecto ambiental y en la importancia relativa de cada actividad. Este enfoque permitió identificar los procesos críticos que requieren una gestión prioritaria para reducir efectos ambientales asociados.

Figura 6

Desarrollo de Matriz de LEOPOLD

MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (OBJETIVO 1)																			
1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																			
INSTRUCCIONES	A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN						DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN				C. ALTERACIÓN DEL TERRENO		D. TRATAMIENTO FÍSICO QUÍMICO		Positivos	Negativo	IMPACTO DEL AGREGADO		
	A. Introducción de la flora o fauna exótica	B. Controles biológicos	C. Modificación del hábitat	D. Control del río y modificación del caudal	E. Incendios	F. Ruidos y vibraciones	A. Urbanización	B. Carreteras y caminos	C. Barreras biológicas	D. Desmontes y rellenos	A. Control de la erosión - cultivos	B. Adecuaciones sobre el paisaje	C. Drenajes	A. Fertilización en el área verde				B. Estabilización química del suelo	C. Control de malezas y vegetación silvestre
ACCIONES PROPUESTAS																			
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	1. TIERRA	A. Recursos minerales																	
		B. Suelos																	
	2. AGUA	A. Subterránea																	
B. Calidad																			
3. ATMÓSFERA	A. Calidad (gases, p...																		
	B. Clima (Micro y ma...																		
	C. Temperatura																		
B. CONDICIONES BIOLÓGICA	1. FLORA	A. Árboles																	
		B. Arbustos																	
		C. Hiervas																	
2. FAUNA	A. Animales y/o microorganismos																		
	B. Organismos bené...																		
	C. Insectos																		
C. FACTORES CULTURALES	1. USOS DEL TERRITORIO	A. Espacios abiertos																	
		B. Zonas húmedas																	
		C. Pastos																	
	3. DE INTERÉS HUMANO	A. Naturaleza																	
B. Espacios abiertos																			
C. Paisajes																			
4. NIVEL CULTURAL	A. Estados de vida																		
	B. Salud y seguridad																		
	C. Empleo																		
EVALUACIONES		Positivas	0																
		Negativas	0																
IMPACTO AGREGADO			0																

Nota: Análisis de acciones que causan efectos e impactos en periodos de tiempo

3.4.2. Determinar los impactos ambientales generados en los procesos de la planta CORPABE, mediante análisis de parámetros legales y técnicos.

Mediante una metodología analítica-descriptiva, se determinaron los efectos ambientales relacionados con las acciones evaluadas. El procedimiento se llevó a cabo con base en la adherencia a las normas y leyes medioambientales actuales a nivel local, nacional e internacional aplicables a la industria láctea. Adicionalmente, se procedió a la identificación y análisis de los parámetros legales relevantes, tales como los límites de emisiones, las normas de calidad del agua y las regulaciones para el manejo de residuos, con el fin de garantizar la conformidad regulatoria y orientar las acciones de mejora ambiental (Fewtrell, 2021).

3.4.2.1 Estructura de la encuesta.

La aplicación de encuestas dirigidas a los operadores de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) constituyó una herramienta fundamental para la creación de un punto de referencia informativo. A través de este instrumento se recopilaron datos relevantes sobre las prácticas operativas, el cumplimiento de los procedimientos establecidos y la percepción de los operadores respecto al funcionamiento del sistema. La información obtenida permitió a la organización identificar fortalezas en la gestión de la planta, así como detectar áreas de mejora que requieren las implementaciones de acciones correctivas o de fortalecimiento, orientadas al incremento de la efectividad operativa y el logro de metas ambientales.

Para la recopilación de información, se destinó una encuesta dirigida a la totalidad del área de trabajo, conformada por siete personas, contemplándose así la totalidad del universo estadístico dentro del estudio, sin necesidad de realizar un muestreo. La encuesta se diseñó con un total de diez preguntas cerradas de selección descrita, orientadas a garantizar la estandarización de las respuestas y facilitar su posterior análisis cuantitativo (Fabregas, 2023).

A partir de la aplicación de este instrumento, se obtuvo información estructurada que permitió identificar patrones de conocimiento, prácticas operativas, niveles de cumplimiento de procedimientos, y percepciones asociadas a la gestión de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). La recopilación directa de datos del universo

completo aseguró la representatividad de los resultados y fortaleció la fiabilidad de los hallazgos obtenidos en el proceso de investigación

- Antecedente de la encuesta

Objetivo: *El propósito de esta encuesta es evaluar la efectividad, los desafíos y los beneficios del tratamiento de aguas residuales en la planta de lácteos y bebidas CORPABE, así como su impacto en la sostenibilidad y la eficiencia operativa, información que aportará al trabajo de investigación: Análisis del impacto ambiental esperado versus impacto ambiental provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi.*

Toda la información proporcionada será tratada de manera confidencial y utilizada exclusivamente con fines de análisis interno. Su privacidad es importante para nosotros.

- Descripción de preguntas y selección de respuesta

La encuesta inicia con preguntas generales para contextualizar la situación del encuestado y posteriormente avanza hacia aspectos más específicos que permiten contrastar percepciones y datos cualitativos.

La estructura secuencial de los ítems también ayuda a mantener la coherencia del análisis, asegurando que las respuestas no sean interpretadas de manera aislada, sino como parte de un sistema de información integral, la encuesta esta descrita en el anexo 3.

3.4.2.2 Validación de la encuesta

La validación de una encuesta por medio del juicio de expertos es un paso crucial que contribuye a la precisión y efectividad de las herramientas. Los expertos pueden sugerir modificaciones en la redacción, el orden de las preguntas o el tipo de escala utilizada para mejorar la calidad de las respuestas; esto reduce la posibilidad de obtener datos imprecisos o inconsistentes, lo que fortalece la validez interna y externa del estudio (Palomera, 2018).

La validación de la encuesta utilizada en este estudio se realizó mediante la evaluación de tres expertos con formación y experiencia en las áreas de producción industrial y gestión ambiental. El proceso de validación se orientó a asegurar la pertinencia, claridad, coherencia y relevancia de los ítems incluidos en el instrumento, garantizando así que las preguntas fueran comprensibles, adecuadas al contexto operativo de la Planta de

Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y alineadas con los objetivos de la investigación Anexo 4. Los expertos emitieron sus criterios de valoración a través de un análisis cualitativo, confirmando que la encuesta cumplía con los requisitos necesarios para su aplicación en campo. Como resultado de este proceso, se determinó que el instrumento era válido para su implementación, permitiendo la recolección de datos fiables y pertinentes.

La figura 7 y figura 8; exponen la metodología de encuestas desarrolladas en el transcurso de la investigación, al personal operativo y administrativo.

Figura 7

Aplicación de encuestas al personal operativo



Figura 8

Aplicación de encuestas al personal administrativo



3.4.2.3 Uso de tablas de contingencia

Son instrumentos estadísticos para analizar la conexión entre varias enumeraciones de atributo, su utilidad está en identificar patrones, dependencias y asociaciones en los datos, lo que facilita la interpretación de etapas en el área de investigación.

A través del software R Studio se presenta el análisis de dependencia de las variables a estudiar.

```
library(readxl)
bdd <- read_xlsx("C:/Users/syepesz/OneDrive/Documentos/Resultados de
encuestas.xlsx", sheet = "Hoja3")
chisq.test(table(bdd$P01, bdd$P02))
```

3.4.3. Evaluar los impactos reales producidos y los impactos esperados del primer semestre del año 2024, mediante gráficos de control.

El establecimiento de gráficos resultantes del monitoreo, se identifica para determinar los impactos reales y esperados van a incluir comparaciones con estándares legales, objetivos de reducción y expectativas de productividad.

Para evaluación de los objetivos planteados, se tomará muestras de agua a la salida de la intervención, previo a la descarga del cuerpo dulce, en la figura 9 se muestra la zona de salida de la misma, antes de la investigación y después de aplicada la investigación con propuestas de actividades positivas como resultado de la investigación.

Figura 9

Punto de salida de agua tratada hacia un cuerpo dulce de agua



Se utilizó la matriz PESTEL, de acuerdo con Terán (2019), esta metodología permitió el análisis el entorno del impacto del vertido de residuos de aguas industriales a un cuerpo de agua. Es un recurso estratégico empleado para detectar y examinar los componentes dentro y fuera que pueden perturbar a una organización o sector. PESTEL es un término que abarca seis tipos de factores: Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos (Ambientales) y Legales.

3.4.3.1. *Recolección de Datos Post-Implementación.*

Se organizó y recolectó mediciones y monitoreo continuo para recoger datos sobre el funcionamiento real de la planta después de implementar las mejoras.

3.4.3.2. *Comunicación y Documentación a partes interesadas.*

Mediante el desarrollo de la herramienta matriz de Leopold, misma que evalúa el efecto del entorno, especialmente para proyectos en etapas iniciales donde se necesita una visión general, se implementó los componentes, actividades y factores de estudio en la siguiente investigación (Glasson, 2012).

3.5. Consideraciones bioéticas

Las reflexiones en la exploración del efecto ambiental de un sistema de intervención de alimentos son fundamentales para asegurar la sostenibilidad y responsabilidad de sus operaciones. Estas consideraciones no solo protegen el entorno y la salud de las personas, sino que también promueven la justicia social y la equidad, contribuyendo al bienestar de las comunidades y desarrollo sustentable (Palomera, 2018).

Las consideraciones bioéticas en éste estudio, son fundamentales para asegurar la sostenibilidad y responsabilidad de sus operaciones. Estas consideraciones protegen y conservan a todos los seres vivos, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de las comunidades, a continuación, se describen alcances notados en presente investigación:

- Responsabilidad hacia el medio ambiente.

Las plantas de alimentos tienen la responsabilidad ética de reducir su efecto ambiental. Esto significa aplicar prácticas sostenibles y cumplir las regulaciones ambientales. Es fundamental que las empresas evalúen adecuadamente el efecto ambiental esperado de

sus procedimientos y comparen estos resultados con el impacto real provocado, ajustando sus prácticas según sea necesario para reducir la huella ecológica (Washitong, 2015).

- Participación Comunitaria

El involucramiento activo de las comunidades locales durante la evaluación del efecto ambiental es fundamental. Involucrar a las partes interesadas, incluidos los residentes locales, en decidir y evaluar el impacto ambiental asegura que las preocupaciones y necesidades de la comunidad sean consideradas y respetadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación de actividades con mayor producción de residuos contaminantes produce.

4.1.1. Procedimientos Internos

Como resultado del trabajo realizado, los procesos internos de la organización fueron ordenados y clasificados de manera estructurada, siguiendo criterios de funcionalidad y relación con los aspectos ambientales relevantes.

La clasificación de los procesos no solo facilitó el reconocimiento de las interacciones críticas entre las acciones operativas y el medio ambiente, conforme se presenta en la tabla 1; sino que también proporcionó un marco de referencia para la priorización de acciones de control y mejora continua.

Este enfoque metodológico aseguró que el diseño del SGA respondiera de manera efectiva a las necesidades específicas de la operación, fortaleciendo la habilidad de la entidad para manejar sus efectos ambientales de forma sistemática, eficaz y respetando normativas legales y técnicas.

Tabla 2 Información base para el desarrollo de un Sistema de Gestión Ambiental

LÍNEA BASE PARA SGA		
Generalidades	Detalles	Ubicación
Alcance	Generar información e indicadores de gestión ambiental para la toma de decisiones.	Procedimiento para implementación de certificación ISO 14001. COD. GA/01.
Referencias Normativas	Trazabilidad de normativas locales, nacionales e internaciones para cumplimiento de objetivos.	Procedimiento para implementación de certificación ISO 14001. COD. GA/01
Política Ambiental	Establecer y mantener una política ambiental alineada con los objetivos estratégicos.	Política Ambiental descrita en Memoria de Sostenibilidad 2023.
Información documentada	Crear información y representación de resultados de monitoreo de procesos.	Procedimiento para implementación de certificación ISO 14001. COD. GA/01.

Fuente: La tabla muestra información ordenada de manera sistemática obtenida a través del estudio de impactos provocados por la PTAR en la empresa de alimentos CORPABE (Ordeño, 2023).

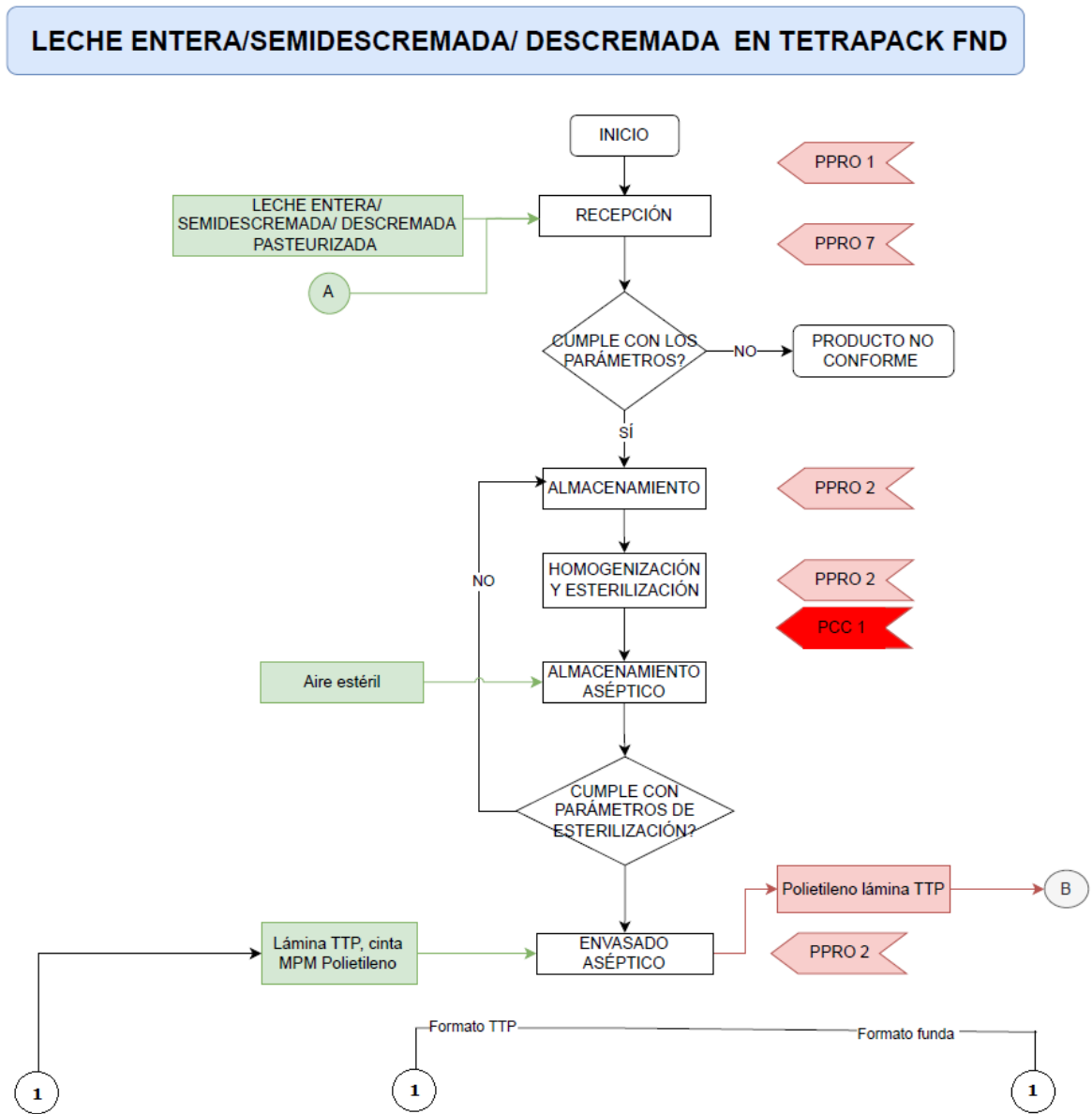
4.1.2. Diagrama de flujo

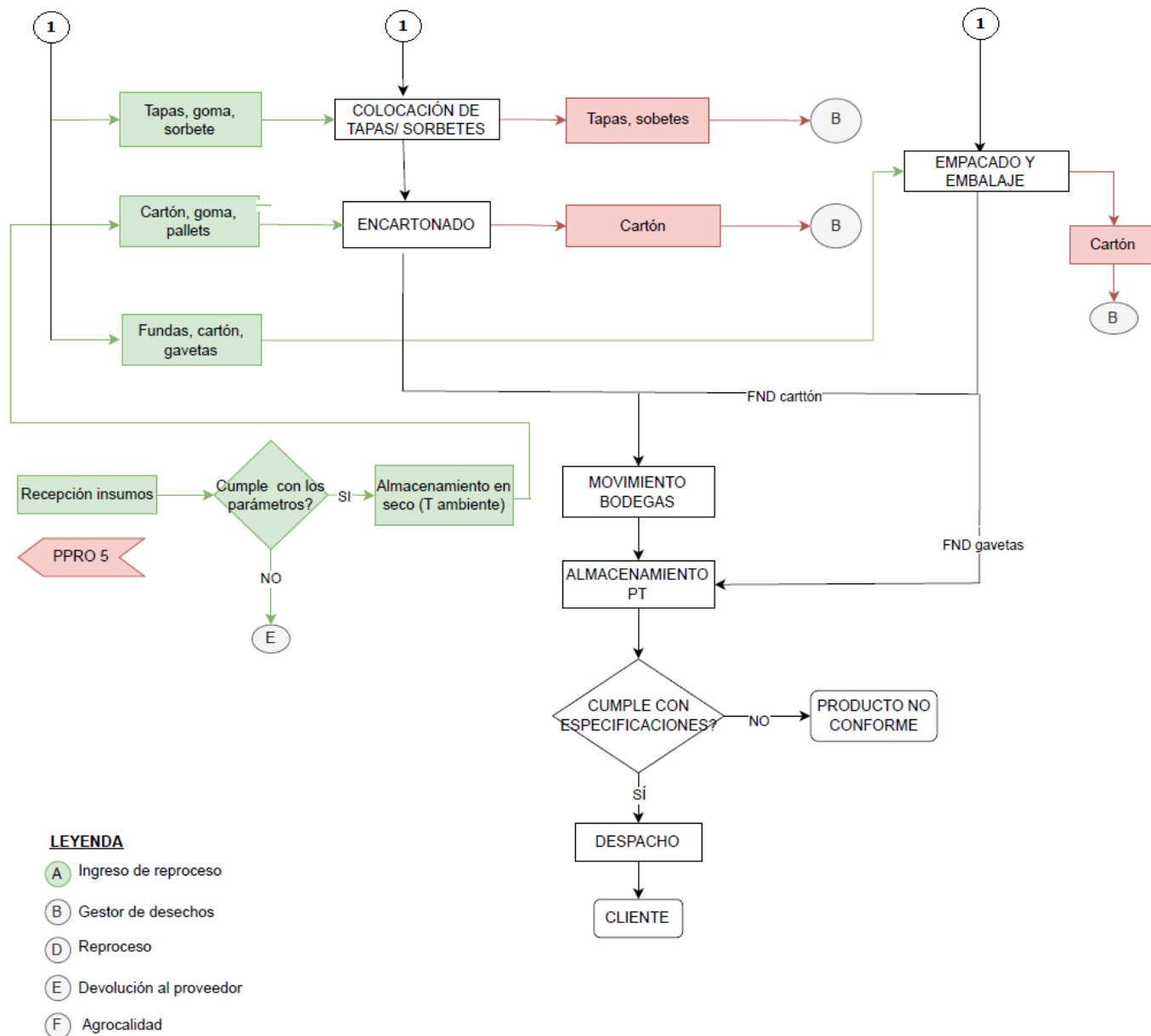
Los registros de producción del 2022 y 2023 presentaron a la línea de producción de leche líquida como representante mayor fuente de residuos dirigidos hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, esta identificación se atribuye a su elevado volumen de procesamiento, que alcanza un 80% de la producción total, y a las características de altas concentraciones detergentes utilizados en la limpieza de equipos.

En la figura 10 se detallan las etapas del proceso como diagrama de flujo propuesto en el proceso productivo de lácteos líquidos: leche entera, leche semidescremada, leche deslactosada, leche descremada, leche alta proteína, leche saborizada, leche con ingredientes.

Figura 10

Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de leche





4.1.3. Matriz de interacciones.

Se identificaron las actividades que conforman la cadena de transformación las cuales fueron claves para la caracterización de una gestión ambiental responsable y eficiente, mediante la matriz de LEOPOLD detallada en el anexo 2, dónde los resultados de impactos positivos son la relevancia de actividades que no solo permiten mitigar el efecto ambiental, además trae beneficios financieros a través de la eficiencia operativa y el ahorro en costos asociados al manejo y disposición de residuos.

La interpretación de la matriz de LEOPOLD desarrollada, se presentan en la tabla 4 resumen:

Tabla 3

Resultados de matriz de aplicación de matriz de Leopold

INTERPRETACIONES	
ACCIONES	
438	Valor menor: Acción de mayor afectación negativa: Control del río y modificación del caudal
909	Valor mayor: Acción de positiva: Controles biológicos
FACTORES	
61	Valor menor: Acción de mayor afectación negativa: Características físico químicas del suelo
338	Valor mayor: Acción de positiva: Empleo

Nota: No hay rangos establecidos como valores mayores y menores, al finalizar la matriz se toman los resultados de menor y mayor puntaje, siendo mitigación y potenciación el concepto de aplicación.

Identificar impactos críticos para acciones de mitigación o potenciación

4.1.3.1. Impactos Positivos Identificados.

Zhang (2016) puntualiza que los sistemas de tratamiento basados en microorganismos, como lodos activados y bacterias en plantas de tratamiento de aguas residuales, son efectivos para disminuir desechos de componentes orgánicos como fósforo y nitrógeno, así mismo en la revisión de actividades de impactos versus magnitud de CORPABE, el mayor impacto positivo, son los controles biológicos, donde estas actividades tienen beneficios ambientales significativos al regular el equilibrio del ecosistema.

Gupta *et al.* (2019) indican que los sistemas biológicos mejoran la biodiversidad microbiana en aguas residuales tratadas, facilitando la reintegración de estas aguas a ecosistemas naturales sin impactos negativos significativos; la identificación del impacto positivo dentro de la planta de tratamiento corrobora que los procesos cumplen los objetivos funcionales planteados al comienzo de la edificación de la planta.

Si bien se obtuvieron resultados positivos en los controles biológicos de la Planta de Tratamiento de CORPABE, (2020) señala limitaciones asociadas a la eficacia variable de

estos controles bajo condiciones extremas, como variaciones de pH y temperatura, así como la necesidad de implementar sistemas complementarios para garantizar resultados consistentes y sostenidos en el tiempo. Esta situación plantea una nueva línea de investigación para la planta, considerando que actualmente opera en un régimen de estado estacionario.

La comparación de los controles biológicos, identificados como impactos positivos en la Planta de Tratamiento de Aguas de CORPABE, frente a los efectos observados en otras plantas de tratamiento de la industria alimentaria, evidencia una concordancia en los resultados positivos, atribuida al uso de microorganismos, particularmente bacterias anaerobias, como estrategia de biorremediación (Gavrilescu, 2015).

Una vez identificado los impactos positivos de implementación de los controles biológicos como metodología, los resultados del monitoreo indican que el sistema de tratamiento, con controles biológicos implementados, está funcionando de manera eficiente y de acuerdo con la regulación ambiental actual.

Los valores a continuación detallados en la tabla 5, son el resultado del efluente tratado con calidad ambiental adecuada, con mínimo riesgo de eutrofización o afectación a ecosistemas acuáticos receptores, lo cual respalda la sostenibilidad del tratamiento con control biológico implementado.

Tabla 4

Promedio mensual de valores de descarga al cuerpo dulce del agua tratada de planta de producción

DESCARGAS A CUERPO DE AGUA DULCE (Enero a Junio 2024)		
Parámetros	Resultado (mg/l)	Norma (mg/l)
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	22,62	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	47,8	200
pH	7,12	6 a 9
Sólidos Totales	31,73	1600
Sólidos Suspendidos	36	130

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (2015), mediante la normativa ambiental establece lineamientos de obligación como control de funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales. Con el antecedente de obligatoriedad y con el análisis inicial de la operación de la planta de intervención en CORPABE, las variables: DBO y DQO se determinaron como criterios trimestrales de análisis, para garantizar que los efluentes procesados satisfagan con los criterios de aptitud ambiental antes de su disposición final.

4.1.3.2. Impactos Negativos Identificados.

Como resultado de mayor impacto negativo son: regulación del río y ajuste del flujo, debido a que se asocian con alteraciones en el flujo natural del agua, afectando ecosistemas acuáticos, la calidad del agua, como destaca Poff (2016) dónde en el régimen de flujo debido a la regulación del caudal en plantas de tratamiento impactan negativamente la conectividad de los ríos y la estructura de los hábitats acuáticos.

García de Jalón *et al.* (2017) señalan que las infraestructuras asociadas a las estaciones de intervención de aguas residuales en la industria alimentaria generan impactos ambientales menores en comparación con las de la industria farmacéutica. Sin embargo, advierten que estas instalaciones no están exentas de provocar la interrupción del flujo de sedimentos, afectando así la dinámica natural de los ecosistemas fluviales.

El impacto relacionado con el control del río y la modificación del caudal fue identificado en este estudio como un impacto negativo, dado que, al tratarse de un sistema recientemente implementado, su operación inicial se limitó exclusivamente al tratamiento de aguas residuales y a la revisión proyectada de sus niveles de eficiencia. En este contexto, y en concordancia con lo señalado por González-Fernández *et al.* (2016), las plantas de tratamiento mal gestionadas pueden liberar efluentes con niveles de tratamiento insuficientes, lo que contribuye a la degradación de la calidad del agua en los cuerpos receptores.

Al identificarse el control del río y la modificación del caudal como impactos negativos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de CORPABE, resulta necesario establecer actividades y/o procesos orientados a minimizar las afectaciones a los sistemas locales. En este sentido, Schmidt *et al.* (2018) señalan que el control del flujo

de los cuerpos acuáticos puede restringir el acceso de las especies a sus hábitats naturales, limitando así la biodiversidad (Schmidt, 2018).

4.1.3.3. Mayor afectación negativa

El análisis de la relación entre acciones, permitió identificar que la principal afectación negativa corresponde a la variación de las propiedades físicas químicas del suelo, debido a los biosólidos (lodos) resultado del tratamiento de aguas residuales; los cuales presentan un potencial riesgo de acumulación de metales pesados que deterioran la composición y la productividad del terreno (Alfárez, 2019).

Estudios de Smith *et al.* (2018), reportan que la presencia de metales pesados en biosólidos puede limitar su uso agrícola a largo plazo. Adicional Alfárez (2019), menciona que la caracterización de biosólidos antes y después de su disposición final, permite el monitoreo del comportamiento a través del tiempo y medio ambiente, provoca la mitigación de efectos adversos en los suelos.

Los lodos residuales generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden incluir agentes dañinos y patógenos riesgosos, su adecuada aplicación de tratamiento es clave para asegurar una administración sustentable del agua y un ciclo de una estación de intervención de aguas residuales (Insituto del agua, 2023).

La depuración inadecuada de los residuos después del tratamiento de aguas residuales puede provocar la contaminación del suelo debido a los compuestos químicos y la carga de materia orgánica reduciendo y alterando los ciclos naturales.

El manejo de lodos producidos en las estaciones de tratamiento de aguas residuales en Ecuador es un desafío ambiental aún en revisión, la implementación de procesos de tratamiento eficaces como la deshidratación, que aplica la planta CORPABE, mediante filtros de prensa, reduce el contenido de agua y volumen y facilitando su manejo y aplicación en agricultura (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2020).

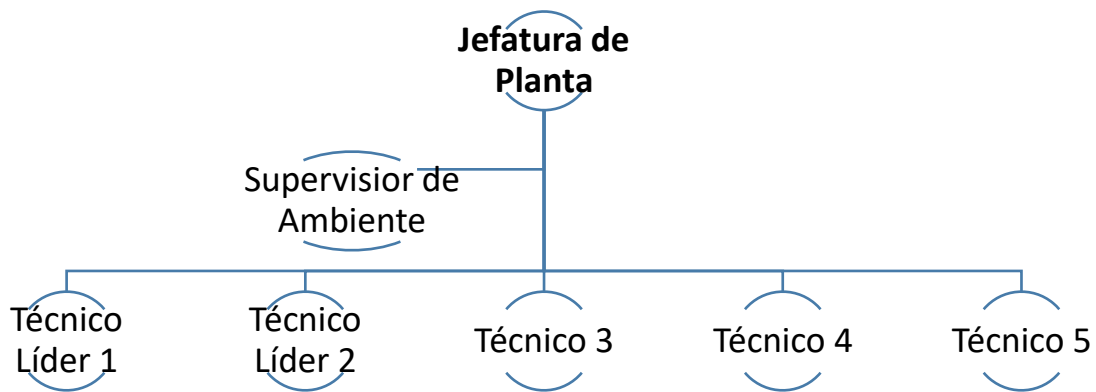
4.1.3.4. Mayor afectación positiva

De acuerdo con Jean (2020) y en similitud de resultado positivo al sector, de la implementación de la PTAR, no solo aporta a la preservación del medio ambiente y el bienestar de la población, sino que igualmente genera empleo y promueve el desarrollo profesional y económico.

Una vez implementada la estación de intervención, para el control y monitoreo del proceso, se estableció al equipo del área, conformado por cinco personas técnicas, un supervisor y una jefatura, con la garantía del control las 24 horas al día, modelo jerárquico descrito en la figura 11.

Figura 11

Nivel Organizacional del área de Ambiente de empresa CORPABE S.A.



4.2. Determinación de los impactos ambientales generados en los procesos de la planta CORPABE, mediante análisis de parámetros legales y técnicos

A partir del desarrollo de encuestas al área de operación de la estación de tratamiento, se presentan las percepciones y experiencias de las partes interesadas sobre los impactos ambientales.

Al comparar las respuestas con los parámetros legales y técnicos establecidos, se puede identificar brechas entre la normativa y la realidad operativa de la planta CORPABE, proporcionando insumos clave para la valoración del efecto ambiental y la formulación de mejoras en el sistema de tratamiento, trazabilidad mencionada en la tabla 6.

Tabla 5

Normativa Ambiental versus resultados de un tratamiento de agua residual inicial

Parámetros	Normativa (TULSMA)	Realidad
DBO	Max. 100 mg/l	560 mg/l
DQO	Max. 200 mg/l	345 mg/l
pH	6 a 9	5,20

4.2.1. Interpretación de resultados

Los hallazgos derivados de aplicar el instrumento en el estudio han permitido identificar percepciones clave del funcionamiento del proceso, lo que facilita el análisis de los impactos en relación con los parámetros establecidos.

La población que recibió la encuesta, frente a la consulta de importancia de sus actividades, representó que 100% considera al tratamiento de aguas residuales es muy importante para la sostenibilidad ambiental, lo cual muestra alta conciencia ambiental en el área de la gestión.

De acuerdo con el estudio de (Smith, 2020), la depuración de aguas residuales es crucial no solo para proteger las fuentes de agua sino también para avalar la sostenibilidad a largo plazo de ecosistemas locales; como se evidenció en política de trabajo del área de intervención de aguas residuales dónde la exploración de cumplimientos normativos no sólo es legal, es la preservación del ambiente.

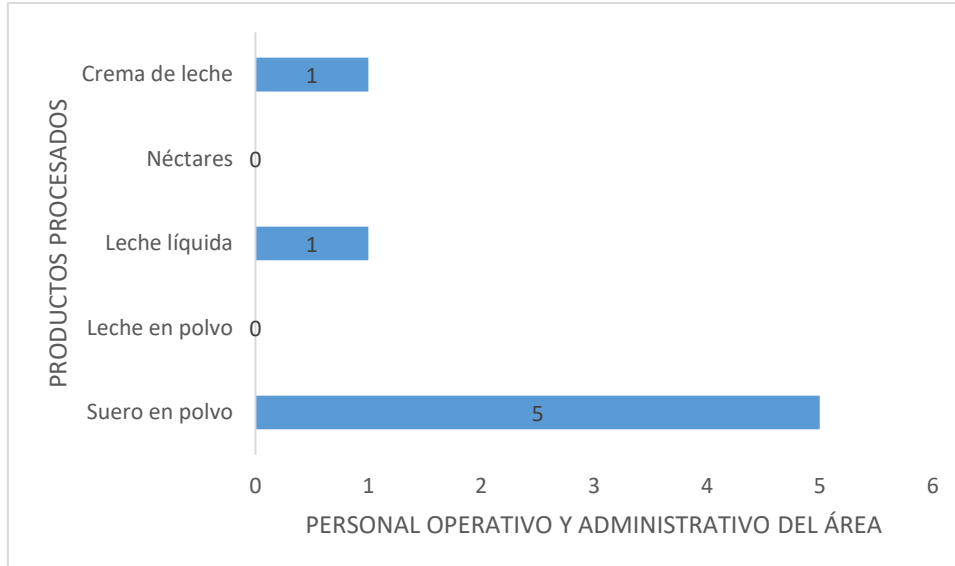
Los resultados del impacto ambiental se demuestran a través de una encuesta mediante la recopilación y análisis sistemático de percepciones, conocimientos y valoraciones de los actores involucrados (como colaboradores, comunidades, proveedores o clientes) respecto a las prácticas de gestión ambiental implementadas por la empresa. En este caso, los datos tabulados permiten evidenciar cómo la gestión ambiental es percibida como un componente clave de la estrategia corporativa, vinculada directamente con la garantía de alimentos seguros y de calidad.

La encuesta actúa como una herramienta de evaluación indirecta del impacto ambiental, al reflejar el nivel de sensibilización, cumplimiento de políticas, efectividad de las acciones de mitigación, y aceptación social de las medidas adoptadas. Además, proporciona el reconocimiento de zonas de avance y el seguimiento del desempeño ambiental desde la perspectiva de los distintos grupos de interés.

Como se observa en la figura 12, el suero en polvo, se presenta como la actividad de mayor complejidad en su tratamiento, lo que se debe a la composición del producto de alta carga orgánica, lo que concuerda con Aroca *et al.* (2012), quienes describen que durante el tratamiento del suero en polvo, al rehidratarse, puede formar suspensiones y compuestos que son difíciles de separar por métodos convencionales como sedimentación o flotación.

Figura 12

Producciones de mayor sobre esfuerzo para la planta de tratamiento – PTAR la planta CORPABE S.A.



De acuerdo con Metcalf y Eddy (2014), los sistemas biológicos están diseñados para rangos específicos de carga, y la presencia de grasas o sólidos en altas concentraciones puede alterar el equilibrio microbiano y reducir la eficiencia del proceso, por lo tanto, cuando se produce suero en polvo se debe asegurar el funcionamiento, monitoreo y control de la planta de tratamiento.

La crema de leche y la leche líquida tienen una concentración de sólidos totales y una carga orgánica (DQO y DBO) significativamente menor que el suero en polvo. Esto las hace más manejables en sistemas de tratamiento convencionales. Según Metcalf y Eddy (2014), los efluentes con DBO moderada, como los provenientes de leche líquida y crema de leche, pueden ser tratados eficientemente mediante procesos aerobios convencionales, como lodos activados.

Gómez *et al.* (2017) explican que las sustancias de baja viscosidad no interfieren significativamente en el transporte hidráulico ni en la aireación de sistemas de tratamiento biológico.

Los resultados de la consulta sobre el cambio climático versus el funcionamiento del sistema de tratamiento de agua residual, se presentaron al 100%, no obstante, los criterios de los operadores son subjetivos, se validaron con evidencia de resultados y patrones operativos, cuando el clima presenta precipitaciones y lluvia constante.

El Ecuador se encuentra cerca de la línea imaginaria que divide la Tierra en los hemisferios norte y sur, esta ubicación permite que los rayos del Sol inciden casi perpendicularmente durante todo el año y por ello no hay grandes variaciones en la intensidad de la radiación solar recibida a lo largo del año, lo que resulta en temperaturas relativamente constantes y uniformes (Christopherson, 2018).

No obstante, aunque los encuestados perciban que las estaciones del año no influyen en el tratamiento de agua, la literatura sugiere que sí, varios autores describen efectos como temperatura y mayor caudal, como variables durante el proceso de tratamiento, como lo detalla (Sperling, 2019).

La temperatura ambiental, mencionan es un factor estacional clave, debido a la influencia de una temperatura baja, que ralentiza la tasa metabólica de las bacterias, reduciendo la eficiencia de eliminación de nutrientes (Henze, 2008).

Las temporadas de lluvia pueden diluir la concentración de contaminantes debido a la infiltración o entradas de agua pluvial al sistema, afectando el equilibrio del proceso y en

el caso de climas secos, los contaminantes pueden concentrarse, aumentando la carga orgánica y de nutrientes en el influente (Metcalf, 2014).

Las actividades diarias generaron experiencia en el equipo operativo, por lo tanto se valida la información con la observación del funcionamiento del proceso durante 6 meses.

La encuesta por sí sola no permite aseverar de manera definitiva la mejora técnica del agua, pero sí constituye una herramienta válida para reflejar la percepción operativa de mejora, especialmente cuando se triangula con datos cuantitativos y evidencia técnica ya de cumplimiento al primer trimestre de ejecución de la estación de intervención.

De acuerdo con Cairns (2018), las mejoras tecnológicas aplicadas a los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales han contribuido de manera significativa a fortalecer la percepción positiva sobre la calidad del agua reciclada. Estas innovaciones, al incrementar los niveles de oxígeno disuelto en el agua tratada, no solo mejoran la calidad ambiental del efluente, sino que también permiten su utilización segura en aplicaciones agropecuarias. En un enfoque de gestión basada en resultados, estos avances tecnológicos representan indicadores clave de desempeño, fundamentales para justificar la continuidad de mejoras en los sistemas de tratamiento y para asegurar el cumplimiento de estándares de calidad exigidos en usos agrícolas y pecuarios

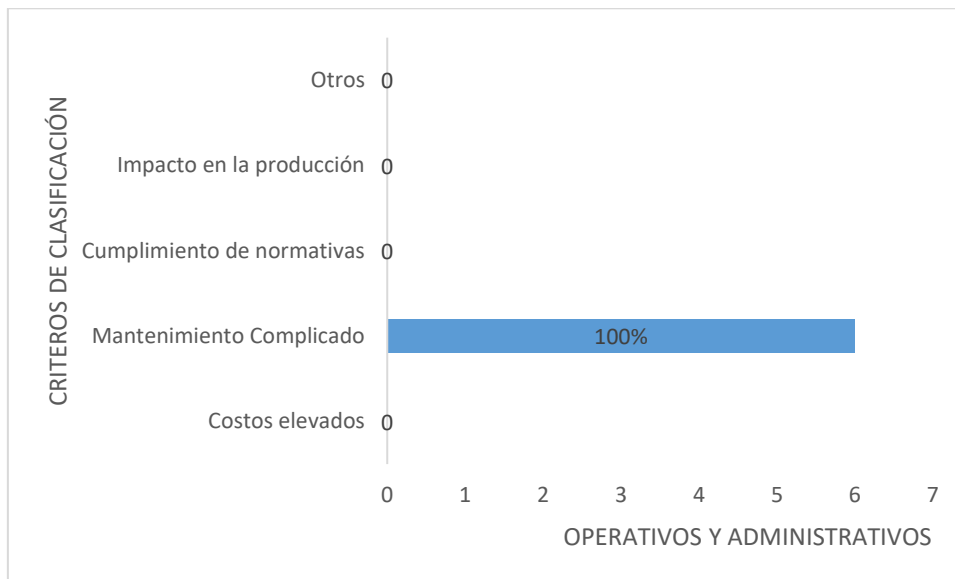
En concordancia con (Metcalf, 2014) de acuerdo a sus investigaciones, sugieren la implementación de monitoreos continuos de parámetros clave, como la turbidez, el contenido de sólidos suspendidos y la eficiencia en la eliminación de nutrientes. Estos indicadores de funcionalidad son fundamentales dentro de un enfoque de gestión basada en resultados, ya que permiten medir de manera objetiva el desempeño de los sistemas de tratamiento y su aporte al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El Ordeño/CORPABE se unió al Pacto Mundial de la ONU en 2018 – Red Pacto Global Ecuador, reafirmando su compromiso con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. La empresa participó activamente en las mesas de trabajo ODS 6 - Agua Limpia y Saneamiento y ODS 13 - Acción Climática. También formó parte de los programas de igualdad de género “*Target gender equality*” y de cambio climático “*Climate Ambition Accelerator*”. Impulsado por Pacto Global (Memoria de sostenibilidad 2022).

La figura 13, representa a la variable de mantenimiento del sistema como el mayor desafío, con una frecuencia notablemente más alta del 100% en comparación con las otras categorías. Esto sugiere que las complejidades técnicas, podrían estar relacionadas con problemas como la disponibilidad de piezas, capacitación técnica insuficiente o falta de recursos para la gestión adecuada.

Figura 13

Desafíos presentados durante el proceso en la planta de tratamiento



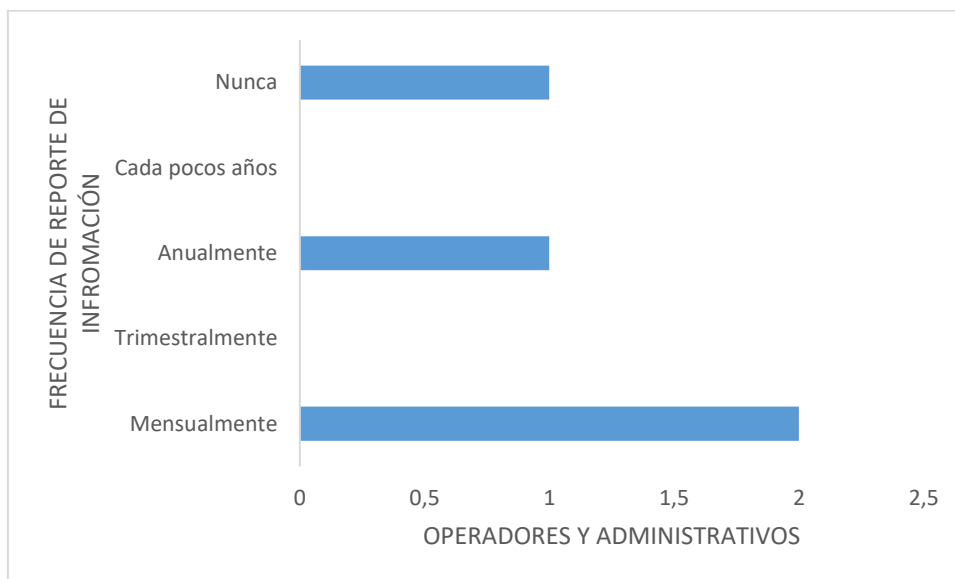
Los autores (Henze, 2008), mencionan que los sistemas biológicos, como lodos activados, biorreactores plantas de tratamiento, suelen requerir un mantenimiento riguroso debido a la sensibilidad de los microorganismos y operaciones de la planta; sin embargo, la complejidad de los mantenimientos se debe a variables de personal certificado para intervención del sistema.

Spellman (2017) señala que los incumplimientos en los cronogramas de mantenimientos pueden llevar a fallas críticas en equipos clave, como bombas, sistemas de aireación y membranas, lo que aumenta los costos y disminuye la efectividad; dado la importancia del cuidado del sistema de tratamiento El Ordeño destina recursos anuales para garantizar la efectividad de la planta.

El conocimiento sobre evaluaciones e indicadores de eficiencia varió entre los encuestados, como se muestra en la Figura 14. La categoría más seleccionada indica que la mayoría de la información relevante y los análisis de funcionamiento del sistema se realizan de manera mensual.

Figura 14

Periodos de notificación de resultados de la PTAR



Realizar evaluaciones mensuales está vinculado a la necesidad de garantizar el cumplimiento normativo, identificar problemas operativos tempranamente o mejorar la eficiencia del sistema, dónde a partir de estandarizar indicadores y documentar las buenas prácticas, es una herramienta de garantía del sistema.

Para el autor Tchobanoglous *et al.* (2014), los sistemas de tratamiento de aguas residuales requieren monitoreo periódico para asegurar que los procesos biológicos, químicos y físicos estén funcionando de manera óptima y para prevenir fallas críticas; a pesar que desde su implementación la planta se encuentra en un sistema de mejora continua se debe evaluar el reporte de información a escalas de todo nivel.

Para plantas que operan con las variables de diversos productos, caudales no constantes e implementación del sistema, la revisión de resultados debe ser frecuente, necesario para asegurar la adhesión constante a las regulaciones y ajustes de procedimientos a tiempo (Sperling, 2019).

Al implementar un método de tratamiento de aguas residuales, la legislación ambiental es aplicable desde el día inicial.

Las respuestas positivas respecto a las actividades diarias en la planta de tratamiento se consideran de alto impacto, reflejando una percepción generalizada de que el sistema de tratamiento está alineado con las normativas ambientales locales y contribuye significativamente a su cumplimiento. La totalidad de la población encuestada (100 %) evaluó de manera favorable el impacto positivo generado.

Las buenas prácticas ambientales han permitido un impacto positivo y explorar oportunidades para optimizar aún más los procesos, dónde la comunicación a las partes interesadas (autoridades, comunidad, clientes) deben ser una fortaleza.

Según Smith *et al.* (2020), una percepción positiva del cumplimiento normativo también puede ser un indicador de buena gestión ambiental y responsabilidad corporativa, lo cual mejora la relación con la comunidad y las autoridades regulatorias.

El enfoque para disminuir los impactos negativos ambientales incluye el trabajo conjunto con los proveedores para mejorar las prácticas de producción de leche. También se han promovido modelos de producción sostenible y el uso de fertilizantes no químicos, reduciendo los costos de fertilización y disminuyendo la huella de carbono (Memoria de Sostenibilidad El Ordeño, 2023).

4.2.1. Representación de resultados

Mediante el Software R Studio se validó dependencia de preguntas de encuestas con el criterio de tabla de contingencia a nivel bi variante, con cada pregunta de la encuesta desarrollada.

Dónde:

- *p-value menor a 0,05 preguntas independientes*
- *p-value mayor a 0,05 preguntas dependientes*

Se presentan tres análisis de tablas de contingencia, en los cuales se aplicó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, como muestreo de las respuestas de la encuesta aplicada en la figura 15.

Figura 15

Independencia de variables a través de tablas de contingencia

```
> View(bdd)
> table(bdd$P01, bdd$P02)

  1 2
1 5 1
2 1 0
> chisq.test(table(bdd$P01, bdd$P02))

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data: table(bdd$P01, bdd$P02)
X-squared = 3.655e-32, df = 1, p-value = 1

> table(bdd$P01, bdd$P05)

  1 2
1 5 1
2 1 0
> chisq.test(table(bdd$P03, bdd$P04))

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data: table(bdd$P03, bdd$P04)
X-squared = 3.655e-32, df = 1, p-value = 1

> table(bdd$P10, bdd$P02)

  1 2
1 5 1
2 1 0
> chisq.test(table(bdd$P10, bdd$P02))

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data: table(bdd$P10, bdd$P02)
X-squared = 3.655e-32, df = 1, p-value = 1
```

Para cada prueba, se determinó lo siguiente:

- Se comparan diferentes variables categóricas (bdd\$P01 vs. bdd\$P02, bdd\$P03 vs. bdd\$P04, bdd\$P10 vs. bdd\$P02), siendo P01 número de pregunta.
- El valor de X-squared es extremadamente bajo ($3.655e-32$), lo que indica que no hay variabilidad en los datos.

- Los valores en la tabla de contingencia son prácticamente idénticos en todas las categorías, lo que sugiere que las variables comparadas no presentan variación suficiente para detectar diferencias.

4.3. Evaluación los impactos reales producidos y los impactos esperados del primer semestre del año 2024, mediante gráficos de control.

Mediante la matriz PESTEL, se establecieron factores externos e internos que impactan en el proyecto de la PTAR en CORPABE, enfocado en seis dimensiones: Política, Económica, Social, Tecnológica, Ecológica y Legal, en concordancia con el análisis planteado por Mercado (2020) quién señala que un análisis PESTEL es una herramienta que permite a las organizaciones evaluar los factores externos e internos que pueden afectar el negocio en el presente y en el futuro, lo que estableció la línea base de clasificación de criterios, tal como detallada en la tabla 7.

Establecidos los factores externos (tabla 7) que impactan el entorno de una organización, se establecen gráficos de control, como indicadores del funcionamiento de la planta de tratamiento de la empresa de alimentos CORPABE, de acuerdo a la metodología de Lull Galbán (2023) en su artículo: "Análisis PESTEL: analizando el entorno para la toma de decisiones", dónde destaca que el análisis PESTEL es una herramienta indispensable para analizar el entorno externo en el que una empresa se mueve, permitiendo anticiparse a cambios, identificar oportunidades y riesgos, y tomar decisiones informadas (Lull Galbán, 2023).

Tabla 6

Análisis de PESTEL en la Planta de tratamiento de agua residual - PTAR, de acuerdo a factores:

Políticos	Económicos	Sociales
Gobierno	Inversiones	Imagen corporativa
Regulación de competencia	Impuestos	Entorno local
Tecnológicos	Ecológicos	Legales
Innovación	Normas Ambientales	Constitución del Ecuador
Ciclo de vida	Sostenibilidad	

Aunque la aplicación específica de la matriz PESTEL en el monitoreo de la operación de estaciones de intervención de aguas residuales no está ampliamente documentada, varios

estudios y artículos abordan aspectos relacionados con el análisis de factores externos e internos que influyen en los resultados esperados después de una inversión, como fue el caso de la planta CORPABE con su instalación de planta de tratamiento de agua residual, dónde después de su instalación, conforme la necesidad se realizan estudios de mejora continua, de igual manera que se describe en la investigación de Meixueiro *et al*; quienes abordaron el tema de evaluación constante de un mecanismo de intervención de aguas residuales (Pérez Cruz, 2010).




4.3.1. Gráficos con factores ambientales

Mediante el desarrollo del presente estudio, se implementan los gráficos de tendencia al cumplimiento de parámetros físico químicos y sensoriales del agua tratada vertida al cuerpo dulce.

La figura 16, es un esquema de indicador de resultados, una vez aplicada la metodología e infraestructura completa de la planta de tratamiento, que representa de manera gráfica la evolución de un proceso, a través de la mejora continua, en concordancia con el estudio de Cañizares (2018), el que describe a la optimización de procesos de tratamiento de aguas residuales, mediante la implementación de estrategias de control predictivo para optimizar la eficacia, asegurar cumplimiento y disminuir gastos de operación (Cañizares, 2018).

Figura 16

Evolución de la calidad de agua vertida al cuerpo dulce de acuerdo a TULSMA. Tabla 1 (Ordeño, 2023)

INDICADOR	2022	2023	Enero-Junio 2024
 DBO (100 ppm)	583,12 ppm	103,66 ppm	88,44 ppm
 DQO (200 ppm)	450 ppm	239,07 ppm	133 ppm
 pH (6 a 9)	8,5	7,28	6,68

4.3.2. Gráficos con factores legales

La frecuencia de cambios legislativos, aumento de litigios en la industria, o nuevas leyes sobre propiedad intelectual, ordenanzas de uso de suelo; son parte de resultados que pueden formar criterios de decisión.

Bajo el concepto de cumplimiento de la normativa legal TULSMA 9.- Límites de descarga a un cuerpo dulce, se implementan gráficos de control mensual de los resultados, siendo la demanda química de oxígeno el parámetro de mayor seguimiento y control tanto interno como por los entes de control ambiental.

A partir de la línea base obtenida para la interpretación de los resultados de monitoreo correspondientes al primer semestre de 2024, se aplicaron indicadores de desempeño, previa socialización de la importancia de reportar información clara y precisa para apoyar la toma de decisiones estratégicas como son aumento de la producción con garantía de que el volumen de agua residual será tratado de manera efectiva, adicionales decisiones de implantación de certificaciones.

La selección conjunta de los parámetros DBO Y DQO, se debe a que con ellos se tiene una caracterización integral de la contaminación orgánica y del comportamiento del tratamiento. Comparar la relación DBO/DQO también permite estimar el grado de biodegradabilidad de un efluente, lo cual es útil para evaluar la eficiencia de procesos biológicos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015).

Además, la DQO es particularmente útil para el control operativo en plantas de tratamiento, dado que puede determinarse en un lapso de horas, en comparación con los cinco días requeridos para la DBO.

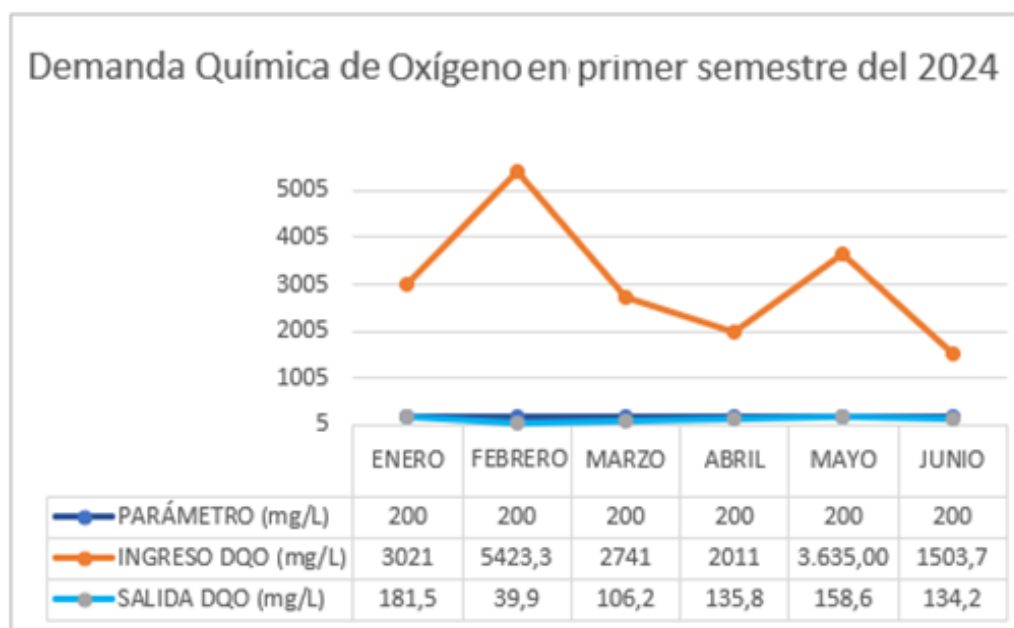
La figura 17, interpreta:

- A pesar que el flujo de agua de ingreso contiene carga alta de DQO, el proceso de tratamiento es efectivo y la concentración a la salida del agua se encuentra dentro de parámetros.
- El sistema de tratamiento logra reducir la DQO por debajo del límite de 200 mg/L en todos los meses, lo que indica que cumple con los estándares ambientales.

- La eficiencia del tratamiento varía, siendo más efectiva en algunos meses que en otros. Esto puede deberse a factores como la carga contaminante, la operación de la planta y las condiciones del proceso de tratamiento.

Figura 17

Parámetros de DQO en agua tratada -primer semestre 2024



Nota: El gráfico de control representa la eficiencia del Tratamiento con base a la diferencia entre ingreso y salida del parámetro Demanda Química de Oxígeno.

CONCLUSIONES

La identificación de los efectos positivos y negativos del proceso de tratamiento en condiciones controladas no solo permitió identificar las principales áreas de oportunidad para minimizar los efectos adversos sobre el entorno, sino que también reveló hallazgos relevantes sobre la cultura del personal en relación con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y la importancia de su correcta funcionalidad. Las actividades específicas de mayor impacto fueron identificadas por medio de la utilización de la matriz de Leopold, donde los controles biológicos fueron clasificados como impactos positivos, mientras que las modificaciones en las propiedades de los efluentes del terreno fueron catalogados como impactos negativos.

Mediante el análisis de prueba de independencia aplicado a través de tablas de contingencia en el software R Studio, se evaluaron las respuestas de las diez preguntas de selección múltiple de la encuesta. Utilizando un nivel de significancia estadística de p -valor < 0.05 , se evidenció que la mayoría de las preguntas presentaron una dependencia significativa entre variables. Este resultado permitió identificar asociaciones relevantes entre aspectos del conocimiento, la percepción y las prácticas operativas de los participantes. Si bien este tipo de análisis estadístico no establece relaciones de causalidad directa, los patrones de dependencia observados aportan elementos clave para formular hipótesis causales y orientar acciones de mejora en la gestión de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Se demostró que la capacitación del personal, permite optimizar procesos clave, con garantía en el cumplimiento normativo y la sostenibilidad ambiental de la planta. Además, la participación activa de los operadores en el proceso de análisis, evidencia un alto potencial para la mejora continua mediante el involucramiento del personal en la gestión ambiental.

Un enfoque visual es útil para comunicar resultados y facilitar la toma de decisiones con bases, los gráficos de tendencia no solo complementan la matriz PESTEL al proporcionar evidencia visual de los factores externos, sino que también potencian la capacidad de anticiparse a los cambios, identificar oportunidades y mitigar factores externos como económicos (fluctuaciones de inversiones) y sociales (nuevas ordenanzas).

RECOMENDACIONES

Se propone fomentar proyectos orientados al control biológico de los residuos, específicamente de los lodos residuales, con el objetivo de cerrar el ciclo de vida de las variables que intervienen en el proceso de tratamiento de aguas residuales. Además, se recomienda complementar esta propuesta mediante la validación de la metodología aplicada, a través de la correlación de los resultados percibidos con datos obtenidos de esta materia prima. Esta estrategia permitiría integrar prácticas de biorremediación que reduzcan la carga contaminante final y promuevan un manejo más sostenible de los subproductos generados, fortaleciendo así la eficacia y la sustentabilidad del mecanismo de tratamiento.

A partir del análisis del impacto ambiental esperado frente al impacto ambiental generado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE; mediante el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, se elaboró una línea base de información sistemática, por lo que se recomienda que la información sirva como punto de partida para nuevos proyectos, como la implementación de la certificación ISO 14001:2015, que fortalecerán al sistema de gestión del área y en general de la planta productiva.

Los resultados de análisis de independencia de las variables cualitativas analizadas mediante la encuesta indican que hay evidencia de asociación entre las variables analizadas, lo que implica que los factores estudiados pueden ser dependientes, por lo que para la continuidad del estudio es necesario reconsiderar el enfoque de análisis o explorar nuevas hipótesis en la investigación mixta.

Se recomienda la planificación de intervenciones en la infraestructura del área, orientadas a mitigar la generación y dispersión de olores durante las fases activas del proceso de tratamiento. Estas acciones buscan mejorar las condiciones ambientales internas y externas, optimizando la eficiencia operativa y el confort del entorno de trabajo.

REFERENCIAS

- Sperling, M. (2019). *Wastewater Treatment Plants: Principles, Design and Practice. Wastewater Treatment Plants.*
- Abello, V., y Muñoz, E. (2020). *Evaluación de eco-eficiencia de tecnologías de tratamiento de aguas residuales domésticas en Chile.* Chile: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Acuerdo Ministerial No. MAATE-2022-067. (2022). *MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA.* Ecuador.
- Acuña, G. (2020). Tratamiento de Aguas Residuales en la Industria Láctea del Ecuador. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 15(3), 45-59.
- Alfárez, L. (2019). PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR). *Dialnet*, 4.
- Amani, T. (2017). *Anaerobic digestion from the viewpoint of microbiological, chemical, and operational aspects.* Environmental Reviews.
- Cañizares, P. (2018). *Optimización dinámica de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante control predictivo económico.* La Coeña.
- Carpenter, S. (2011). Reconsideration of the role of nutrient loading in aquatic eutrophication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 -114.
- Cáseres León, J. (2017). *La gestión de residuos de las industrias lácteas.* 1-15: Revista Científica de la PUC.
- Chariguaman, L. (2024). *Tratamiento de Aguas Residuales Generadas en una Planta Procesadora de Lácteos en la Amazonia Ecuatoriana.* Puyo: Universidad Estatal Amazónica.
- Chico, M. (2023). *Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la microempresa láctea "Digna Isabel".* Chimborazo: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Christopherson, R. W. (2018). *Elemental Geosystems.* Estados Unidos.
- Código Orgánico del Ambiente.* (2017). Ecuador: Lexis FINDER.
- Costa, M. (2017). *MANEJO EFICIENTE DE RILES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA.* Chile: Universidad Austral de Chile.
- Fabregas, J. (2023). *Tratamiento de aguas residuales en industrias lácteas.* Colombia.
- Fewtrell, L. (2021). *Water Quality: Guidelines, Standards and Health.* California.

- Gaibor, J. (2014). *Caracterización del agua residual generada en la planta de lácteos el salinerito – parroquia Salinas*. Bolívar: Universidad Estatal de Bolívar.
- Gallardo, C. (2017). *Auditoría de residuos sólidos en una industria alimenticia*. Quito - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- García, V. (10 de 2020). *KIZEO FORMS*. Obtenido de <https://www.kizeo-forms.com/es-lat/category/trucos-y-consejos-2/>
- García, J. (2017). Impacto de los efluentes industriales en la calidad del agua. *Revista de Ciencias Ambientales*, 45 - 58.
- Gavrilescu, M. (2015). Emerging pollutants in the environment: present and future challenges in biomonitoring, ecological risks, and bioremediation. *New Biotechnology*, 32(1), 147–156.
- Glasson, J. (2012). *Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental*. Londres.
- González, L. (2018). *La gestión de residuos de las industrias lácteas: el caso de Ecuador*.
- Guerrero, L. (2017). *Diseño y evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de Fruilatte*. Quito - Ecuador: Universidad de las Américas.
- Gutierrez, J. (2019). *Caracterización de aguas residuales en plantas procesadoras de productos lácteos*. 79(4), 923-935.: Water Science y Technology.
- Henze, M. (2008). *Biological Wastewater Treatment*. Cambridge: IWA Publishing.
- INEC. (2022). *Gestión de Agua Potable y Saneamiento 2021*. Ecuador.
- Instituto del agua. (2023). Tratamiento de Lodos de Aguas Residuales: Transformando Desperdicio en Recurso Sostenible. *Plantas de Tratamientos de Agua*.
- Jean, M. (19 de marzo de 2020). *Tres soluciones para una mejor gestión de las aguas residuales en Guayaquil, Ecuador*. Obtenido de https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/tres-soluciones-para-una-mejor-gestion-de-las-aguas-residuales-en-guayaquil-ecuador?utm_source=chatgpt.com
- Judd, S. (2017). *Applications of Membrane Bioreactors for Water and Wastewater Treatment*. Elsevier.
- Khanal, L. (2012). *Tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos anaeróbicos*. Mexico .
- Lull Galbán, J. (2023). *Análisis PESTEL: analizando el entorno para la toma de decisiones*. Valencia: Universidad de Politécnica de Valencia.
- Metcalf, E. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. 5th ed.. McGraw-Hill Education.

- Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2020). *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria - TULAS*. Quito - Ecuador.
- Nuñez, M. (2022). *Sistemas de gestión ambiental para la optimización de Industrias Lácteas*. Riobamba: ALFA PUBLIICACIONES.
- Ordeño, E. (2023). *Memoria de sostenibilidad*. Machachi - Ecuador.
- Palomera, D. (2018). *Orientaciones metodológicas para la investigación social*. España.
- Peréz Cruz, M. (2010). *Metodología para la evaluación socio económica de proyectos de contrucción de plantas de tratamiento de aguas residuales PTAR*. Mexico.
- Riera, J. (2018). Gestión de residuos agroindustriales en Ecuador: situación actual y perspectivas. *Revista Ecuatoriana de Ciencia y Tecnología*, 45-58.
- Rodríguez, A. (2015). Responsabilidad social y gestión ambiental del agua, solución en la industria de lácteos de Ecuador. *ALFA Revista de Investigación en Ciencias Agropecuarias y Veterinarias*.
- Salto, J. (2011). *La evaluación de impacto ambiental y su integración en la planificación: técnicas y herramientas*.
- Sánchez Calderón, M. (2018). *Economía circular del agua en Latinoamérica: Un análisis de eficiencia y productividad*. Chile: FCES - LUZ ISSN: 1315-9518.
- Schmidt, J. C. (2018). Reservoir effects on river flow and implications for biodiversity. *Freshwater Biology*, 63(4), 798-815.
- Smith, J. (2020). Water Treatment and Environmental Sustainability. *Environmental Science Journal*, 15(3), 120-135.
- Terán, J. M. (2019). *Análisis del mercado de la leche en Ecuador*.: España.
- Vieyra, I. (11 de Enero de 2022). *CONTYQUIM*. Obtenido de <https://contyquim.com/blog/importancia-del-tratamiento-de-aguas-residuales#:~:text=El%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20es%20importante%20para%20conservar%20el, reducir%20los%20niveles%20de%20contaminaci%C3%B3n>.
- Washitong, K. (2015). *What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice*. Inlaterra.

ANEXOS

Anexo A. Validación Abstract CIDEN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET

NAME: Yépez Pantoja Tania Salomé

DATE: Miércoles, 25 de junio de 2025

Topic: "Impacto ambiental esperado versus provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi"

MARKS AWARDED

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE

VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>

TOTAL/AVERAGE

9 - 10: EXCELLENT
7 - 8,9: GOOD
5 - 6,9: AVERAGE
0 - 4,9: LIMITED

TOTAL 9

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: Yépez Pantoja Tania Salomé

Fecha de recepción del abstract: Lunes, 23 de junio de 2025

Fecha de entrega del informe: Miércoles, 25 de junio de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Docente responsable del
CIDEN

Anexo B. Análisis Externos con base a Norma de calidad Ambiental y descarga de efluentes al recurso de agua.

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



right solutions.
right partner.



Acreditación N° SAE LEN 05-005
LABORATORIO DE ENSAYOS

PROTOCOLO: 201649/2024-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 15
	Página 1 de 3

NOMBRE DEL CLIENTE:	SOCIEDAD INDUSTRIAL GANADERA EL ORDEÑO S.A.
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A:	INGENIERA SHARON LOZADA
NOMBRE DEL PROYECTO:	TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE AGUA
DIRECCIÓN DEL PROYECTO:	PANAMERICANA SUR KM 34,5 ENTRADA AICHAPICHU / MACHACHI / PICHINCHA
MUESTREO REALIZADO POR:	ALS ECUADOR ALSECU S.A. / INGENIERO JEFFERSON GALLEGOS
PROCEDIMIENTO MUESTREO:	POE-04.00 "MUESTREO DE AGUAS", SM 1060 A, B y C (*)
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	ABRIL 03 DEL 2024 / 08:00 / N° CADENA DE CUSTODIA: 0040024 / N° ESPECIFICACIÓN PLAN DE MUESTREO: NO APLICA
LUGAR DE ANÁLISIS:	ALS ECUADOR ALSECU S.A. / QUITO - DE LOS EUCALIPTOS E3-23 Y DE LOS CIPRESSES
FECHA DE ANÁLISIS:	ABRIL 02 AL 16 DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	16 DE ABRIL DEL 2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA RESIDUAL					
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	OBSERVACIONES
27824-3	A4	Salida PTAR Reactor	02/04/2024	13:45	17M0770223 9945750 ± 5m	Muestra Puntual

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Laboratorio de Ensayo ALS ECUADOR ALSECU S.A. acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 05-005.
Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

SM - Standard Methods.

EPA - Environmental Protection Agency.

PA - Procedimiento Analítico (parámetros realizados en el laboratorio) / POS y POE - Procedimiento Operativo Estándar (parámetros realizados en el lugar de monitoreo).

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS ECUADOR ALSECU S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

"Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS ECUADOR ALSECU S.A.; éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe".

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS ECUADOR ALSECU S.A.

Sin la firma electrónica del responsable autorizado de ALS ECUADOR ALSECU S.A., este informe no es válido.



Firma electrónica autorizada por:
SILVIA CAROLINA ESCOBAR ESTRELLA

Coordinadora Emisión de Informes
ALS ECUADOR ALSECU S.A.



PROTOCOLO: 201649/2024-1.0	RU-49
	Revisión: 15
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 3

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	27824-3	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A4			
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 24, 2023, 5210 B	PA - 46.00	mg/l	73,10	± 1,61 mg/l	100	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 24, 2023, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	156,3	± 6,96 mg/l	200	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 24, 2023, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	1476,0	± 31,73 mg/l	1600	CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 24, 2023, 2540 A y 2540 D	PA - 16.00	mg/l	48,0	± 1,22 mg/l	130	CUMPLE
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 24, 2023, 4500-H+ A y 4500-H+ B	POS - 25.00	U pH	7,29	± 0,07 U pH	6 - 9	CUMPLE

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

⁽²⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



PROTOCOLO: 373750/2024-1.0	RU-49
	Revisión: 15
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 1 de 4

NOMBRE DEL CLIENTE: SOCIEDAD INDUSTRIAL GANADERA EL ORDEÑO S.A.
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: INGENIERA SHARON LOZADA
NOMBRE DEL PROYECTO: TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE AGUA
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: PANAMERICANA SUR KM 34.5 ENTRADA AICHAPICHU / MACHACHI / PICHINCHA
MUESTREO REALIZADO POR: ALS ECUADOR ALSECU S.A. / INGENIERO JEFFERSON GALLEGOS
PROCEDIMIENTO MUESTREO: POE-04.00 "MUESTREO DE AGUAS", SM 1060 A, B y C (*)
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: JUNIO 14 DEL 2024 / 08:30 / N° CADENA DE CUSTODIA: 0042024 / N° ESPECIFICACIÓN PLAN DE MUESTREO: NO APLICA
LUGAR DE ANÁLISIS: ALS ECUADOR ALSECU S.A. / QUITO - DE LOS EUCALIPTOS E3-23 Y DE LOS CIPRESSES
FECHA DE ANÁLISIS: JUNIO 13 AL 08 DE JULIO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 08 DE JULIO DEL 2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA RESIDUAL					
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	OBSERVACIONES
53132-2	A2	Salida PTAR	13/06/2024	9:30	17M0770223 0945756 ± 5m	(*) Condiciones Ambientales: Temperatura: 12,1 °C Humedad: 76,0 %

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Laboratorio de Ensayo ALS ECUADOR ALSECU S.A. acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 05-005.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
 SM - Standard Methods.
 EPA - Environmental Protection Agency.
 PA - Procedimiento Analítico (parámetros realizados en el laboratorio) / POS y POE - Procedimiento Operativo Estándar (parámetros realizados en el lugar de monitoreo).
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS ECUADOR ALSECU S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
 "Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS ECUADOR ALSECU S.A.; éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe".
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS ECUADOR ALSECU S.A.
 Sin la firma electrónica del responsable autorizado de ALS ECUADOR ALSECU S.A., este informe no es válido.



firmado electrónicamente por
SILVIA CAROLINA
ESCOBAR ESTRABELLA

Coordinadora Emisión de Informes
ALS ECUADOR ALSECU S.A.

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	53132-2	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A2			
HIERRO	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992 EPA 8010 B, December 1996 Standard Methods Ed. 24, 2023, 3120 B	PA - 117.00	mg/l	1,39	± 0,012 mg/l	10,0	CUMPLE
MERCURIO	Standard Methods Ed. 24, 2023, 3112 B	PA - 57.00	mg/l	<0,001	NE	0,005	CUMPLE
CLORUROS	Standard Methods Ed. 24, 2023, 4110 B / EPA 300.1, 1997 / EPA 300.0, 1993	PA - 18.00	mg/l	353,89	± 4,83 mg/l	1000	CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 24, 2023, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	9,08	± 0,489 mg/l	100	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 24, 2023, 5220 A y 5220 D	PA - 32.00	mg/l	18,4	± 2,12 mg/l	200	CUMPLE
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 24, 2023, 4500-H+ A y 4500-H+ B	POS - 25.00	U pH	6,94	± 0,08 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 24, 2023, 2540 A y 2540 D	PA - 16.00	mg/l	26,0	± 1,79 mg/l	130	CUMPLE
SULFATOS	Standard Methods Ed. 24, 2023, 4110 B / EPA 300.1, 1997 / EPA 300.0, 1993	PA - 18.00	mg/l	458,10	± 18,13 mg/l	1000	CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	Standard Methods 24 Edition, 2023; 4500-Norg-C 2.c / Standard Methods 24 Edition, 2023; 4500-NH3- C	PA - 129.00	mg/l	<10,0	NE	50,0	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 24, 2023, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	NA	2000	CUMPLE

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

⁽²⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

NE – No Estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación.

NA – No Aplica, para parámetros obtenidos mediante cálculo y cualitativos.

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	53132-2	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A2			
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 24, 2023, 9221 B, E y F	PA - 86.00	NMP/100ml	<1,8	NA	NO APLICA	NO APLICA
CAUDAL	NTE INEN-ISO 748: 2014 NTE INEN-ISO 8316: 2014	POE - 28.00	l/s	5,05	± 0,244 l/s	NO APLICA	NO APLICA
NITRATOS (NO3)	Standard Methods Ed. 24, 2023, 4110 B / EPA 300.1, 1997 / EPA 300.0, 1993	PA - 18.00	mg/l	3,38	± 0,252 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 24, 2023, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	12,33	± 1,12 NTU	NO APLICA	NO APLICA
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 24, 2023, 2650 B	PA - 47.00	°C	24,9	± 1,02 °C	Condición natural ± 3	CUMPLE
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 24, 2023, 4500-O G	POS - 27.00	mg/l	4,71	± 0,251 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
ACEITES Y GRASAS	Standard Methods Ed. 24, 2023, 5520 B	PA - 43.00	mg/l	<20,0	NE	30,0	CUMPLE
MANGANESO	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992 EPA 6010 B, December 1996 Standard Methods Ed. 24, 2023, 3120 B	PA - 117.00	mg/l	0,132	± 0,0001 mg/l	2,0	CUMPLE
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 24, 2023, 4110 B / EPA 300.1, 1997 / EPA 300.0, 1993	PA - 18.00	mg/l	<1,00	NE	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

⁽²⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

NA – No Aplica, para parámetros obtenidos mediante cálculo y cualitativos.

NE – No Estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación.

Anexo D. Descripción de Encuesta



ENCUESTA

Objetivo: El propósito de esta encuesta es evaluar la efectividad, los desafíos y los beneficios del tratamiento de aguas residuales en la planta de lácteos y bebidas CORPABE, así como su impacto en la sostenibilidad y la eficiencia operativa, información que aportará al trabajo de investigación: *Análisis del impacto ambiental esperado versus impacto ambiental provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi.*

Toda la información proporcionada será tratada de manera confidencial y utilizada exclusivamente con fines de análisis interno. Su privacidad es importante para nosotros.

Instrucciones:

Encuesta para evaluar el impacto del tratamiento de aguas residuales en nuestra planta de lácteos. Su opinión es crucial para entender cómo el sistema actual afecta tanto a la sostenibilidad ambiental como a las operaciones de la planta y el mismo como podría aportar al cumplimiento de normativas legales vigentes.

Por favor indique de acuerdo a la descripción literal de su respuesta.

1. ¿Qué tan importante considera el tratamiento de aguas residuales en la planta para la sostenibilidad ambiental?

- a) Muy importante
- b) Importante
- c) Neutral
- d) Poco importante
- e) No importante en absoluto

2. ¿Cómo calificaría la efectividad actual del sistema de tratamiento de agua en la planta?

- 1) Muy efectiva
- 2) Efectiva
- 3) Neutral
- 4) Poco efectiva
- 5) Ineficaz

3. ¿Cuál considera la actividad de mayor generación de agua residual para ingreso a tratamiento?

- a) Suero en polvo
- b) Leche en polvo
- c) Leche líquida
- d) Néctares
- e) Crema de leche

4. ¿Considera que las estaciones del año influyen en el tratamiento de agua en la planta?

- a) Sí
- b) No

Justifique su respuesta.

5. ¿Qué impacto ha observado en la calidad del agua reciclada producida por el sistema de tratamiento de aguas residuales?

- a) Gran mejora
- b) Mejoría
- c) Sin cambios
- d) Deterioro
- e) Gran deterioro

6. ¿Qué desafíos ha enfrentado su planta en relación con el tratamiento de aguas residuales?

- a) Costos elevados
- b) Mantenimiento complicado
- c) Cumplimiento de normativas
- d) Impacto en la producción
- e) Otros (especificar)

7. ¿Qué beneficios adicionales ha experimentado el área de la planta de tratamiento implementada en el 2023, además de los ambientales?

- a) Mejora en la reputación
- b) Mayor cumplimiento normativo
- c) Incremento en la eficiencia operativa
- d) Reducción de residuos sólidos
- e) Ninguno

8. ¿Con qué frecuencia realiza su planta evaluaciones del sistema de tratamiento de aguas residuales?

- a) Mensualmente
- b) Trimestralmente
- c) Anualmente
- d) Cada pocos años
- e) Nunca

9. ¿Qué mejoras le gustaría ver en el sistema de tratamiento de aguas residuales de su planta?

- a) Mayor eficiencia
- b) Reducción de costos
- c) Tecnología más avanzada
- d) Mejor capacitación del personal
- e) Otros (especificar)

10. ¿Cómo evalúa el impacto del tratamiento de aguas residuales en la conformidad de su planta con las regulaciones ambientales locales?

- a) Muy positivo
- b) Positivo
- c) Neutral
- d) Negativo
- e) Muy negativo

Agradezco su tiempo y colaboración.

Anexo E. Validación de encuestas



UNIVERSIDAD POLITECNICA
ESTATAL DEL CARCHI

Tulcán, 27 de diciembre de 2024

PhD. Oriando Meneses
Presente. –

Yo, Tania Salomé Yépez Pantoja con C.I. N° 0401732458 estudiante de la Maestría en Gestión de Calidad con Mención en Estadística de procesos; de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, me dirijo a usted distinguido Magister, deseándole éxitos en tan distinguidas funciones que desempeña en beneficio de la educación.

El motivo de la presente es para solicitarle muy comedidamente, su colaboración dada su experiencia en el área temática para la revisión, evaluación y validación del presente cuestionario que será aplicado en la realización del trabajo de Investigación titulado: **Estudio del Impacto ambiental esperado versus Impacto ambiental provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi, a través la planta de tratamiento de aguas residuales**. El cual será presentado como trabajo de grado para optar al Título de Magister en Gestión de calidad con mención en Estadística de procesos, en mencionada Institución de Educación Superior.

Los objetivos del estudio son:

1.3.1. Objetivo General

- "Analizar el Impacto ambiental esperado versus Impacto provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi".

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las actividades de la empresa que mayores residuos contaminantes produce, mediante revisión de historial de producciones.
- Determinar los Impactos ambientales generados en los procesos de la planta CORPABE, mediante análisis de parámetros legales y técnicos.
- Evaluar los impactos reales producidos y los impactos esperados del primer semestre del año 2024, mediante gráficos de control.

AUTORA: Yépez Pantoja Tania Salomé

TUTOR: Ing. Msc. Juan Pablo Aragón



UNIVERSIDAD POLITECNICA
ESTATAL DEL CARCHI



Tabla 1. Operacionalización de variables

Tipo de variable	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Variable dependiente.	Funcionalidad de planta de tratamiento	Área PTAR	Operadores, jefaturas de área, usuarios	Encuesta/entrevista	Cuestionario o guion de preguntas.
Variable dependiente.	Porcentaje cumplimiento de normativas legales	Área PTAR	Cumplimiento de parámetros legales	Gráficos de control mensuales	Excel
Variable independiente	Clima y entorno biológico	Planta de producción	Sistema de gestión ambiental	Revisión histórica de funcionamiento	Guía/plan.



**UNIVERSIDAD POLITECNICA
ESTATAL DEL CARCHI**

**VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS**

Estimado profesional, usted ha sido elegido a participar en el proceso de evaluación del Instrumento de Investigación.

Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el Instrumento y obtener Información válida, criterio requerido para la Investigación. A continuación, le presentamos una lista de cotejo, sírvase analizar y cotejar el Instrumento de Investigación cuyo objetivo es "Analizar el Impacto ambiental esperado versus Impacto provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi", le solicitamos en base a su criterio y experiencia profesional, validar el presente Instrumento para su aplicación.

Para cada criterio se debe considerar la siguiente escala.

1 Muy Poco	2 Poco	3 Regular	4 Aceptable	5 Muy aceptable
------------	--------	-----------	-------------	-----------------

CRITERIO DE VALIDEZ	PUNTUACIÓN					ARGUMENTO	OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					x	Aumenta la probabilidad de que los datos recolectados sean representativos del constructo	
Validez de criterio metodológico					x	Permite verificar resultados para toma de decisiones	
Validez de intención y objetividad de medición y/o observación					x	Asegura que se evalúa lo que se pretende	
Las preguntas responden a los objetivos de investigación			x			Si, de manera parcial	
Total parcial			3		15		
TOTAL			18				

PUNTUACIÓN

- De 4 a 11: No Válida Reformular
- De 12 a 14: No Válida Modificar
- De 15 a 17: Válida mejorar
- De 18 a 20: Válida Aplicar

Nombres y apellidos	ANGEL DAVID VALLEJOS PROAÑO
Grado Académico	3ER NIVEL



Firma
CC:1004134068



UNIVERSIDAD POLITECNICA
ESTATAL DEL CARCHI

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido elegido a participar en el proceso de evaluación del Instrumento de Investigación.

Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el Instrumento y obtener información válida, criterio requerido para la Investigación. A continuación, le presentamos una lista de cotejo, sírvase analizar y cotejar el Instrumento de Investigación cuyo objetivo es "Analizar el impacto ambiental esperado versus impacto provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi", le solicitamos en base a su criterio y experiencia profesional, validar el presente Instrumento para su aplicación.

Para cada criterio se debe considerar la siguiente escala.

1 Muy Poco	2 Poco	3 Regular	4 Aceptable	5 Muy aceptable
------------	--------	-----------	-------------	-----------------

CRITERIO DE VALIDEZ	PUNTUACIÓN					ARGUMENTO	OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X	La encuesta está adaptada a la realidad de la planta de tratamiento	
Validez de criterio metodológico					X	Valida criterios de los técnicos hasta las jefaturas del área	
Validez de intención y objetividad de medición y/o observación					X	Controla el universo a estudiar	
Las preguntas responden a los objetivos de investigación			X			Aproveche la encuesta y valide los 3 objetivos planteados de la investigación	
Total parcial			3		15		
TOTAL							

PUNTUACIÓN

De 4 a 11: No Válida Reformular

De 12 a 14: No Válida Modificar

De 15 a 17: Válida mejorar

De 18 a 20: Válida Aplicar

Nombres y apellidos	Carlos Gustavo Quinatoa Basantes
Grado Académico	Cuarto nivel



Firma
CC: 1715007884



UNIVERSIDAD POLITECNICA
ESTATAL DEL CARCHI

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido elegido a participar en el proceso de evaluación del Instrumento de Investigación.

Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el Instrumento y obtener Información válida, criterio requerido para la Investigación. A continuación, le presentamos una lista de cotejo, sirvase analizar y cotejar el Instrumento de Investigación cuyo objetivo es "Analizar el impacto ambiental esperado versus Impacto provocado en la planta de alimentos y bebidas CORPABE en Machachi", le solicitamos en base a su criterio y experiencia profesional, validar el presente Instrumento para su aplicación.

Para cada criterio se debe considerar la siguiente escala.

1 Muy Poco	2 Poco	3 Regular	4 Aceptable	5 Muy aceptable
------------	--------	-----------	-------------	-----------------

CRITERIO DE VALIDEZ	PUNTUACIÓN					ARGUMENTO	OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				x		Asegure que todos los aspectos relevantes del tema estudiado estén representados en el instrumento.	
Validez de criterio metodológico					X	Es fundamental en contextos como control del proceso de tratamiento de agua residual.	
Validez de intención y objetividad de medición y/o observación					x	Evalúe el Instrumento de la encuesta para garantizar la precisión de la información resultante	
Las preguntas responden a los objetivos de investigación				x		Si, pueden ser más específicas y a detalles	
Total parcial				8	10		
TOTAL	18						

PUNTUACIÓN

De 4 a 11: No Válida Reformular

De 12 a 14: No Válida Modificar

De 15 a 17: Válida mejorar

De 18 a 20: Válida Aplicar

Nombres y apellidos	HERMINIA GENOVEVA ESTEVEZ ESTEVEZ
Grado Académico	MAGISTER



Firma
CC: 1710093327

Anexo F. Glosario

PTAR.-	Planta de Tratamiento de Agua
DBO.-	Demanda Biológico de Oxígeno
DQO.-	Demanda Química de Oxígeno
CORPABE S.A.-	Corporación Ecuatoriana de Alimentos y Bebidas Corpabe
S.A	