



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

MAGÍSTER EN QUÍMICA APLICADA

TEMA:

Evaluación de las características fisicoquímicas y toxicológicas en aguas residuales de industrias farmacéuticas para la verificación de la calidad del agua en la parroquia Tarqui y Pascuales, provincia del Guayas, febrero 2023.

AUTOR:

MERO ALCIVAR KENDY XIMENA

TUTOR:

ING. CARLOS BASTIDAS SÁNCHEZ. MSc.

Milagro, mayo del 2023

Ecuador

Aprobación del Director del Trabajo de Titulación

Yo, Ing. Carlos Jamil Bastidas Sánchez, MSc. en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por Kendy Ximena Mero Alcivar, cuyo tema es "Evaluación de las características fisicoquímicas y toxicológicas en aguas residuales de industrias farmacéuticas para la verificación de la calidad del agua en la parroquia Tarqui y Pascuales, provincia del Guayas, febrero 2023", que aporta a la Línea de Investigación desarrollo sostenible, previo a la obtención del Grado **Magíster en química aplicada**. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 12 de marzo de 2023



Firmado digitalmente por:
CARLOS JAMIL
BASTIDAS
SANCHEZ

Ing. Carlos Jamil Bastidas Sánchez, MSc.

0921849931

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El autor de esta investigación declara ante el Comité Académico del Programa de maestría en Química Aplicada de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que está referenciado debidamente en el texto, parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro título de una institución nacional o extranjera.

Milagro, 10 de marzo del 2023



Q.F Kendy Ximena Mero Alcivar

C.I.:0802521815

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

DIRECCIÓN DE POSGRADO

CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN QUÍMICA APLICADA**, presentado por **Q.F MERO ALCIVAR KENDY XIMENA**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y TOXICOLÓGICAS EN AGUAS RESIDUALES DE INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA PARROQUIA TARQUI Y PASCUALES, PROVINCIA DEL GUAYAS, FEBRERO 2023.", las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	57.67
DEFENSA ORAL	38.33
PROMEDIO	96.00
EQUIVALENTE	Excelente



Firmado electrónicamente por:
**DENNY WILLIAM
MORENO CASTRO**

Mgs MORENO CASTRO DENNY WILLIAM
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**MONICA DEL ROCIO
VILLAMAR AVEIGA**

Msc VILLAMAR AVEIGA MONICA DEL ROCIO
VOCAL



Firmado electrónicamente por:

**RAYNER
REYNALDO
RICAURTE
PARRAGA**

RICAURTE PARRAGA RAYNER REYNALDO
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, Felix Mero que por circunstancias de la vida ya no nos acompaña más, pero me guía desde el cielo, a mi madre Ligia Alcivar por todo el apoyo que recibí a pesar de la difícil situación, a mis hermanas por siempre ser mi motivación para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia que me apoya y alienta en cada parte de mi vida.

A la Dra. Zambrano, jefa y colega que supo ayudarme incondicionalmente

Al Ing. Carlos Bastidas, quien fue mi tutor que con paciencia y dedicación me permitieron progresar y culminar con la investigación.

Derechos de autor

Sr. Dr.

Fabricio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **KENDY XIMENA MERO ALCIVAR** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster en química aplicada**, como aporte a la Línea de Investigación desarrollo sostenible de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 10 de marzo del 2023

Q.F Kendy Ximena Mero Alcivar

C.I.:0802521815

Índice / Sumario

Resumen.....	XIII
Abstract.....	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: El problema de la investigación.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Delimitación del problema.....	4
1.3 Formulación del problema	5
1.4 Sistematización del problema	5
1.5 Determinación del tema	6
1.6 Objetivo general.....	6
1.7 Objetivos específicos	6
1.8 Hipótesis.....	6
Hipótesis General.....	6
Hipótesis particular	7
1.9 Declaración de Variables	7
1.10 Justificación	9
1.9 Alcance y limitaciones.....	10
Alcance	10
Limitaciones.....	10
CAPÍTULO II: Marco teórico referencial	11
2.1 Antecedentes.....	11
2.1.1. Antecedentes Históricos.....	11
2.2 Antecedentes Referenciales	11
2.3 Contenido Teórico que fundamenta la Investigación	12
Aguas residuales	12

Generalidades.....	13
Clasificación de las aguas residuales	14
Aguas Residuales Domésticas	14
Aguas Residuales Pecuarias.....	15
Aguas Residuales de Origen Agrícola	15
Aguas Residuales Industriales	15
Aguas de escorrentía urbana	16
Problemática de las aguas residuales del área del estudio	17
Población en estudio	18
Cuencas y tratamiento de aguas residuales en Guayaquil	19
Características de las Aguas Residuales	22
Características Físicas.....	22
Tratamiento para eliminar los metales pesados	33
CAPÍTULO III: Diseño metodológico	38
3.1 Tipo y diseño de investigación	38
3.2 La población y la Muestra.....	38
3.2.1 Características de la población.....	38
3.2.2 Delimitación de la población.....	39
3.2.5 Proceso de Selección:	39
3.3 Los métodos y las técnicas.....	40
3.4 Consideraciones Éticas.	41
3.5 Procesamiento estadístico de la información.....	42
CAPÍTULO IV: Análisis y discusión de resultados	43
4.1 Análisis de la situación actual.....	43
4.2 Análisis comparativo	47
4.3 Discusión de Resultados	48
4.4 Verificación de Hipótesis.....	48

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones	52
5.1 Conclusiones	52
5.2 Recomendaciones	54
Bibliografía	55
Anexos	61

Lista de Tablas

Tabla 1 Operacionalización de Variables	8
Tabla 2 Solubilidad del Oxígeno a Diferentes Temperaturas.....	22
<i>Tabla 3 Tipos de Olores Asociados con Aguas Residuales</i>	24
Tabla 4 Volumen de Muestra según la concentración esperada de DBO	27
Tabla 5 Selección de muestras	39
Tabla 6 Análisis y métodos	41
Tabla 7 Resultados de muestra 1ARR análisis Fisicoquímico de agua residual.....	43
Tabla 8 Resultados de muestra 2 ARI análisis fisicoquímico de agua residual	45
Tabla 9 Resultados de muestra 3 ARV análisis fisicoquímico de agua residual.....	46
Tabla 10 Análisis comparativo de aguas residuales industriales.	47

Lista de Siglas / Acrónimos

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador

OD: Oxígeno Disuelto

COT: Carbono Orgánico Total

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

TULSMA: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

INEN: Instituto ecuatoriano de Normalización

OMS: Organización mundial de la salud

ONU: Organización de las naciones unidas

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

pH: Potencial Hidrógeno

TDS: Sólidos Disueltos Totales

Resumen

El estado de la calidad del agua residual influye en varios ámbitos sea ambiental, ecológica, industrial, socioeconómico y al no cumplir con los parámetros establecidos puede ocasionar un impacto grave. **Objetivo:** Evaluar la calidad de aguas residuales de las industrias farmacéuticas de la ciudad de Guayaquil de las parroquias Tarqui y Pascuales, mediante el análisis fisicoquímico y metales pesados para evaluar la parte toxicológica determinando si los valores se encuentran acorde a lo que establece la normativa ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA). **Metodología:** estableciendo puntos de muestreos mediante coordenadas, posteriormente las muestras fueron tomadas como lo detalla la norma INEN 2 169:98 y los análisis fueron realizados en un laboratorio externo. Se evalúan 3 muestras diferentes y se realizó un análisis comparativo. **Resultados:** Los resultados fisicoquímicos indican que solo la muestra 1 no cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la norma, en la muestra se determina un pH de 5.83 siendo los rangos 6 a 9, DBO de 533.3 mg / L siendo el límite 250 mg / L, DQO de 952.5 mg / L siendo el límite 500 mg / L, sólidos totales suspendidos de 375 mg / L siendo el valor máximo 220 mg / L y Aceites y grasas de 318 mg / L siendo el valor máximo de 70 según lo que indica la norma TULSMA, mientras la muestra 2 y 3 cumplen con la calidad de agua residual y en cuanto a la parte toxicológica las tres muestras presentaron los parámetros de metales pesados dentro de los límites establecidos. **Conclusión:** Por lo tanto, se concluye que las aguas residuales no presentan actividad toxicológica y que se debería realizar controles para verificar el cumplimiento de la parte fisicoquímica de la norma.

Palabras Claves: INEN, Fisicoquímico, Toxicológico, TULSMA

Abstract

The state of the quality of the residual water influences several areas, be it environmental, ecological, industrial, socioeconomic and by not complying with the established parameters it can cause a serious impact. Objective: Evaluate the quality of wastewater from the pharmaceutical industries of the city of Guayaquil of the Tarqui and Pascuales parishes, through physicochemical analysis and heavy metals to evaluate the toxicological part, determining if the values are in accordance with what is established by Ecuadorian regulations. in the Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment (TULSMA). Methodology: establishing sampling points by coordinates, later the samples were taken as detailed in the INEN 2 169:98 standard and the analyzes were carried out in an external laboratory. 3 different samples are evaluated and a comparative analysis was performed. Results: The physicochemical results indicate that only sample 1 does not comply with the maximum permissible limits established in the standard, in the sample a pH of 5.83 is determined, ranging from 6 to 9, BOD of 533.3 mg / L, the limit being 250 mg. / L, COD of 952.5 mg / L with the limit being 500 mg / L, total suspended solids of 375 mg / L with the maximum value being 220 mg / L and Oils and fats of 318 mg / L with the maximum value of 70 according to indicated by the TULSMA standard, while samples 2 and 3 comply with the quality of residual water and in terms of the toxicological part, the three samples presented the parameters of heavy metals within the established limits. Conclusion: Therefore, it is concluded that the wastewater does not present toxicological activity and that controls should be carried out to verify compliance with the physicochemical part of the standard.

Keywords: INEN, Physicochemical, Toxicological, TULSMA,

INTRODUCCIÓN

El agua es el principal recurso del desarrollo sostenible abarcando todos los ámbitos sean estos: socioeconómico, producción de alimentos, ecosistemas, entre otros, que se necesita fundamentalmente para la conservación de los mismos (Naciones Unidas, 2014).

El crecimiento de la población genera demanda en el uso de los recursos hídricos y así mismo el incremento de contaminantes, se estima que cerca de 829 000 personas de países de ingresos bajos y medianos mueren cada año como consecuencia de la insalubridad del agua y de un saneamiento y una higiene deficientes (OMS, 2022).

Unos de los problemas más importantes que afectan al mundo y que produce un gran desequilibrio es la contaminación ambiental, y los tratamientos inadecuados de los desechos en aguas residuales, lo que produce como resultado la presencia de efectos adversos ya que los contaminantes sobrepasan los niveles permisivos en la naturaleza; según el portal Web de las Organización mundial de la salud en 2020, el 45% de las aguas residuales domésticas generadas en el mundo se vertieron sin aplicar un tratamiento seguro y se estima que al menos el 10% de la población mundial consume alimentos regados con aguas residuales (OMS, 2022).

El aumento de aguas residuales producidas en zonas urbanas, industriales y comunitarias plantea problemas potenciales para la salud pública y el ambiente, ya que alrededor del 90% de aguas residuales se descargan sin tratamiento a diferentes cuerpos de agua y aproximadamente dos millones de toneladas de residuos industriales, domésticos y agrícolas, son desechados de igual forma en ríos o canales (Zaruma Arias, Proal Nájera; et all, 2018).

Las Naciones unidas (ONU, 2022) indica que el 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas, siendo el factor principal de la generación de enfermedades en los seres humanos debido a las malas condiciones sanitarias.

En Ecuador hasta el año 2019 el 70,1 % de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales llevaron a cabo procesos de tratamiento para las descargas de agua residual urbanas, mientras que el 26,3 % no realizan tratamiento alguno realizando descargas directas a cuerpos hídricos (Terán, Argüello, & Cando, INEC, 2022).

El objetivo de esta investigación es evaluar la calidad de agua residual de algunas industrias farmacéuticas, comprobando si cumplen las normativas vigentes TULSMA, INEN 2 169:98 y 2226:2013, realizando análisis de los datos obtenidos.

En este proyecto se abarca 5 capítulos en el cual el primero expone el objetivo de la investigación, la problemática del estudio y la justificación de la misma; el segundo se realiza una investigación documental acerca de los antecedentes, fundamentos teóricos, anteriores estudios alineado al problema; en el tercero se presenta la población seleccionada, muestras recolectadas y las técnicas de investigación y análisis empleados; en el cuarto ya se muestran los análisis y la interpretación de los resultados obtenidos y en el quinto se manifiesta la conclusión de la investigación.

CAPÍTULO I: El problema de la investigación

1.1 Planteamiento del problema

La calidad del agua es un factor importante que se debe preservar, ya que dependiendo de este va a influir en otras áreas o recursos, se deben comparar las características con los valores estándar que se establecen como requisitos para asegurar el uso correcto o en su defecto el pre-tratamiento que debe recibir.

Ecuador no cuenta con un sistema de tratamiento adecuado para las aguas residuales, así mismo no se realiza un seguimiento del cumplimiento de la calidad del agua. En la mayoría de casos locales, los efluentes provenientes de industrias no tienen un tratamiento adecuado y son arrojados directamente hacia el alcantarillado, esta acción afecta al recurso hídrico, limitando su uso para otros fines y posteriormente los vertidos se mezclan con gran cantidad de agua servida proveniente de otras áreas, creando una falsa perspectiva de dilución del contaminante, y que en realidad lo que se obtiene es una mezcla total de agua contaminada que es descargada como efluente. (Herrera, 2020).

En base al documento técnico de Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales del Instituto nacional de estadísticas y censos- INEN, Ecuador aun cuenta con ciudades que carecen del sistema de tratamiento de aguas residuales. De los 215 municipios del país, solo el 74,2% trata el agua residual, mientras que el 22.6% restante no realiza ningún tipo de tratamiento (Terán, Arguello, & Cando, Instituto nacional de estadísticas y censos, 2022).

Según la revista de Investigación científica de la Universidad Nacional de Tumbes (Baquerizo, Acuña, & Solis, Universidad Nacional de Tumbes, 2019), se demuestra que uno de los factores que incide a la contaminación del Río Guayas son

las descargas constantes de aguas residuales industriales y desechos tóxicos dado que no hay un seguimiento o control del estado, teniendo en cuenta que uno de sus principales usos son la potabilización y distribución para toda la población.

A partir de su composición, el agua residual debe cumplir con características para ser vertidas, físicas como el olor, aspecto o color conforme, la contaminación puede verse reflejada cuando presenta una coloración marrón u oscura, si existen signos de turbidez, su olor y la presencia de sólidos suspendidos; químicas como la cuantificación de metales pesados, DBO, DQO, compuestos orgánicos e inorgánicos etc., lo cual favorecerá a la distinción y clasificación de la calidad de agua que se desea conocer, y toxicológicas dependiendo de la concentración de los metales pesados. Así como lo detalla el texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente, determinando los límites máximo permisibles en el Anexo 1 tabla 9 límites de descarga al sistema de alcantarillado público, controlando así la contaminación del agua y ubicando valores de restricción. (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, 2015).

El incumplimiento de los parámetros fisicoquímico puede conllevar a la deteriorar el ambiente o ecosistema y enfermedades en los seres vivos por acumulación de metales pesado o infecciones, siendo la solución el tratamiento de las aguas residuales de forma correcta tal como lo indica la norma y el seguimiento del cumplimiento de la misma; las principales razones por la que se da están situaciones es la falta de atención de los municipios a sectores lejano, escasos de recursos hídricos, el deficiente sistema de sanitación, y el compromiso de las industrias.

1.2 Delimitación del problema

- **Campo:** Contaminación
- **Área:** Aguas residuales
- **Línea de Investigación:** desarrollo sostenible

- **Sub línea de investigación:** gestión e impacto ambiental
- **Objeto de estudio:** Evaluar las características fisicoquímicas y toxicológicas en aguas residuales en base a las normativas vigentes
- **Unidad de estudio:** Industrias Farmacéuticas
- **Tema:** Evaluación de las características fisicoquímicas y toxicológicas en aguas residuales de industrias farmacéuticas para la verificación de la calidad de agua en la parroquia Tarqui y Pascuales, provincia del Guayas, febrero 2023.
- **Delimitación temporal:** enero 2023 a febrero 2023

1.3 Formulación del problema

¿Cómo la Evaluación de las características fisicoquímicas y toxicológicas en aguas residuales de industrias farmacéuticas mediante la aplicación de metodologías analíticas determinaran la calidad del agua en la parroquia Tarqui y Pascuales, provincia del Guayas, febrero 2023?

1.4 Sistematización del problema

¿Cuáles son los puntos de muestreo mediante el uso de coordenadas para tomar las muestras de agua residual de las industrias farmacéuticas?

¿Cuáles son los resultados de evaluación físico-químico en las muestras de estudio?

¿Cuál de los puntos muestreados presenta nivel de contaminación?

¿Cuál es la comparación de cada punto de muestreo, evaluando los niveles de contaminación por lugar de muestreo en relación a la norma TULSMA?

1.5 Determinación del tema

El tema de investigación es: Evaluación de las características fisicoquímicas y toxicológicas en aguas residuales de industrias farmacéuticas para la verificación de la calidad del agua en las parroquias Tarqui y Pascuales, provincia del Guayas, febrero 2023.

1.6 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y toxicológicas en aguas residuales de industrias farmacéuticas mediante la aplicación de metodologías analíticas para la verificación de la calidad de agua en la parroquia Tarqui y Pascuales, provincia del Guayas, febrero 2023.

1.7 Objetivos específicos

- Determinar puntos de muestreo de aguas residuales.
- Analizar los parámetros fisicoquímico y Toxicológico de las aguas residuales.
- Realizar un análisis comparativo de cada punto tomado, evaluando los niveles de contaminación por lugar de muestreo.
- Comparar los resultados obtenidos mediante la normativa ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA).

1.8 Hipótesis

Hipótesis General

Las aguas residuales industriales al no ser tratadas correctamente no cumplen los parámetros de calidad establecidos en la Legislación ecuatoriana en el Texto

Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA), en las parroquias Pascuales y Tarqui.

Hipótesis particular

- Se determinaron los puntos de muestreo de forma correcta, donde se vierten las aguas residuales industriales.
- En la coordenada -2.141954175234121, -79.93312147625961 hay mayor contaminación para el análisis de aguas residuales de las industrias farmacéuticas y en la coordenada -2.140348644799737, -79.92951467528607 los parámetros metales pesados de las aguas residuales presentan mayor riesgo de contaminación ya que dan valores en el límite superior.
- Las industrias farmacéuticas no cumplen con los límites máximos permisibles en cuanto a los análisis fisicoquímicos del agua residual para ser vertidos en el alcantarillado.
- Los niveles de contaminación por lugar de muestreo no cumplen con las normativa INEN 2 169:98 y con la legislación ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA).

1.9 Declaración de Variables

Variable interviniente: Coordenadas de muestreo

Variable independiente: Parámetros fisicoquímicos y toxicológicos

Variable dependiente: Calidad del agua residual

Tabla 1**Operacionalización de Variables**

VARIABLES	Objetivo	Hipótesis	Dimensión	Indicador	Escala
Variable interviniente Coordenadas de muestreo.	Establecer los puntos adecuados para la toma de muestras de aguas residuales de industrias farmacéuticas	En la coordenada - 2.141954175234121, - 79.93312147625961 hay mayor contaminación para el análisis de aguas residuales de las industrias farmacéuticas y en la coordenada - 2.140348644799737, - 79.92951467528607 los parámetros metales pesados de las aguas residuales presentan mayor riesgo de contaminación ya que dan valores en el límite superior.	Área Geográfica	Coordenadas	Sector Pascuales y Tarqui.
Variable independiente Parámetros físicoquímicos y toxicológicos	Analizar los parámetros físicoquímico y Toxicológico de las aguas residuales determinando la calidad del agua	Las industrias farmacéuticas no cumplen con los límites máximos permisibles en cuanto a los análisis físicoquímicos del agua residual para ser vertidos en el alcantarillado.	Enfermedades relacionadas a la calidad del agua	¿Ha contraído alguna enfermedad relacionada a la calidad del agua?	Presencia de posibles contaminantes como niveles elevados de metales pesados.
Variable dependiente Calidad de agua residuales	Comparar los resultados obtenidos mediante la normativa ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de	Los niveles de contaminación por lugar de muestreo no cumplen con las normativa INEN 2 169:98 y con la legislación ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del	Niveles de contaminación	Análisis físico- químicos y microbiológicos en las muestras	Limites admitidos en la legislación ecuatoriana.

	Ambiente (TULSMA)	Ministerio de Ambiente (TULSMA)			
--	----------------------	------------------------------------	--	--	--

Nota: Datos analizados de las variables parámetros físicos químicos y calidad de agua residual enero – febrero 2023.

1.10 Justificación

En Ecuador existe una gran contaminación de las aguas residuales, ya que en su mayoría no reciben ningún tratamiento previo a las descargas, provenientes de diversas actividades. Un artículo del 2016 por Vásquez, determina que el río Guayas es el más afectado por las descargas de aguas residuales (Baquerizo Cabrera & Acuña Cumba, 2019).

En 2013 un estudio a lo largo de la cuenca hidrográfica de los ríos San Pedro-Guayllabamba-Esmeraldas demostró contaminación del agua y corrientes, especialmente durante el verano. Un estudio realizado el 2017 concluyen que los ríos más contaminados son los que reciben descargas de los efluentes industriales y de las aguas servidas de las zonas pobladas. (Cushcagua, 2017).

Existe normativas que establecen los límites de contaminantes que debe poseer el agua residual, sin embargo, no se establecen controles ni seguimientos de los mismo, considerando que pueda existir problemática similar en la presente investigación. Por lo expuesto se ve en la necesidad de evaluar las características fisicoquímicas y toxicológicas del agua residual de industrias farmacéuticas en Guayaquil, en donde se tomarán muestras de aguas residuales de algunas industrias farmacéuticas, verificando la calidad del agua residual y comprobando si las industrias farmacéuticas cumplen la normativa vigente INEN 2 169:98. Y la legislación

ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA), con el fin de demostrar la realidad y tomar importancia con respecto al seguimiento de los desechos que son vertidos en el ecosistema y que puede tener repercusiones a largo plazo.

1.9 Alcance y limitaciones

Alcance

- Determinar la calidad del agua residual de las industrias farmacéutica de la parroquia Pascuales y Tarqui.

Limitaciones

- Dificultad para el acceso de puntos de muestreo de las aguas residuales.

CAPÍTULO II: Marco teórico referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Históricos

Los escapes del sistema de alcantarillado y la falta de tratamiento de agua residual es un problema que afecta a varios sectores, provocando colapso del deficiente sistema de alcantarillado y tratamiento de agua, desagradables olores tóxicos, obstrucción de las redes, inundaciones, que propagan enfermedades y por ende afectan a la salud de quienes lo viven. La contaminación hídrica se entiende como la acción de introducir algún material en el agua alterando su calidad y su composición química, físico o biológico. Según la Organización Mundial de la Salud el agua está contaminada “cuando su composición se haya modificado de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso, al que se le hubiera destinado en su estado natural”. (Guadarrama, Kido, & et al,2016).

2.2 Antecedentes Referenciales

La publicación sobre la Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional ‘Lago Junín’ Perú de la Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas determinando la fragilidad de los ecosistemas acuáticos, donde la presión antropogénica desconoce la conservación y la sustentabilidad del medio ambiente y la biodiversidad, priorizando la satisfacción de las necesidades productivas y la presión de empresas e instituciones quienes vierten sus aguas residuales al lago afectando los hábitats con peligro de toxicidad para la vida acuática, afectando especies de flora y fauna, demostrando el impacto del agua residual a esos ecosistemas y su zona de influencia señalando el nivel de calidad de agua evidenciándose que los resultados superan los límites máximos permisibles (Cusiche & Miranda, 2019).

La revista de Investigación Científica de la Universidad Nacional de Tumbes, Perú realizó una publicación sobre los estudios realizados en el río Guayas, demostrando la contaminación del río Guayas y sus afluentes y a los factores tales como son las constantes descargas de aguas residuales, industriales, desechos tóxicos, polución del suelo, sólido flotantes, entre otros; indicando que las contaminaciones antropogénicas producidas por las diferentes actividades industriales, domiciliarias, agrícolas y móviles, son sustancias liberadas que van al ambiente, el agua y al suelo contaminándolos, en este caso influye también el crecimiento poblacional por la descarga cada vez mayor de agua residual (Baquerizo, Acuña, & Solis, 2019).

2.3 Contenido Teórico que fundamenta la Investigación

Aguas residuales

El ser humano aprendió la eficiencia del manejo del agua, pero descuidó entender qué hacer con el agua una vez utilizada. Los parámetros de eficiencia alcanzados por los procesos de remediación del efecto contaminante, han fracasado, volviendo la realidad ecológica de los recursos naturales en un caos, que ha coincidido con los últimos sucesos de cambios climáticos en el planeta; el uso del agua produce la contaminación de la misma, alrededor de esta situación en la composición natural del líquido vital, se genera un proceso de transformación del agua en aguas servidas o aguas residuales (OMS, 2022).

Según (López R. , 2015) la contaminación del agua y su tratamiento, se volvió un problema para los entes públicos de las naciones. Los países en vías de desarrollo encuentran una problemática mayor, pues las pocas soluciones que existentes representan grandes montos de inversión para el tratamiento de sus aguas residuales.

El agua residual tiene su origen en residencias, instituciones y locales comerciales e industriales, estas aguas negras en ocasiones son tratadas en el propio medio en el que se generan. Basta con la instalación de alguna mini estructura que realice el trabajo, para determinar un tratamiento eficiente, previo a la descarga en el sistema de transporte común. Para el caso de los industriales, el sistema de traslado del agua sufre la regulación de normas ambientales y de calidad de acción internacional y local, precisando muchas veces un proceso específico y especializado para el procesamiento de ciertas sustancias existentes en el agua. Desde nuestra visión, es posible planificar mejor los barrios, dividir los alcantarillados pluviales y de aguas servidas y construir sistemas descentralizados de tratamiento, en los que el agua no es vista como “un deshecho que hay que tratar” sino como un invaluable recurso que puede ser reutilizado para riego, incluso con plantas de tratamiento que puedes generar grandes valores estéticos y ornamentales (López R. , 2015).

Generalidades

En Ecuador, el manejo de las aguas residuales es un problema importante debido a la falta de infraestructura adecuada y a la falta de conciencia ambiental en algunas áreas, el instituto nacional de estadística y censo determina que el año 2021 que el 22.6% de los municipios no realizan tratamientos de las aguas residuales, que son vertidas en ríos, quebradas, esteros, canal entre otros; lo que puede tener efectos negativos en la calidad del agua y en la salud de las personas y los ecosistemas (Terán, Arguello, & Cando, 2022).

En las zonas rurales, el manejo de las aguas residuales es aún más problemático debido a la falta de infraestructura y a la falta de conciencia ambiental. Muchas comunidades rurales no tienen acceso a sistemas de tratamiento de aguas residuales, lo que significa que las aguas residuales son vertidas directamente en ríos y cuerpos de agua sin tratamiento previo, el gobierno ecuatoriano ha tomado medidas

para mejorar el manejo de las aguas residuales en el país, un ejemplo es el Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento, que tiene como objetivo mejorar el acceso a agua potable y saneamiento en todo el país. También se ha establecido la Ley de Aguas, que establece las regulaciones para el manejo de las aguas residuales en el país. Sin embargo, aún queda mucho por hacer para mejorar el manejo de las aguas residuales en Ecuador. Es necesario invertir en infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y fomentar la conciencia ambiental en todo el país (Agencia nacional de Regulación, control y vigilancia sanitaria, 2016).

Clasificación de las aguas residuales

Las aguas residuales consisten en todas las aguas afectadas por la actividad humana, principalmente en entornos domésticos o industriales. Sin embargo, cabe señalar que no todas las aguas residuales contienen la misma cantidad o calidad de contaminantes (Hebras Espinoza, 2021).

Aguas Residuales Domésticas

Son aguas provenientes de residencias privadas y/o públicas o establecimientos comerciales. Consisten en agua fecal y lavado con agua limpia. Los principales contaminantes que contienen son bacterias patógenas, materia orgánica, sólidos, detergentes, nitrógeno y fósforo y otros contaminantes en niveles inferiores. Desde el punto de vista de la salud, es importante usar agua para eliminar las bacterias de las heces porque pueden causar enfermedades (enfermedades transmitidas por el agua). Algunas de todas las bacterias excretadas son producidas por el sistema digestivo y algunas de ellas pueden causar enfermedades. Según (Carlos, 2001) la detección directa de bacterias patógenas en aguas residuales no es práctica, ya que pueden estar presentes grandes cantidades o familias. Requeriría un gran número de pruebas, lo cual es poco práctico y un desperdicio.

Aguas Residuales Pecuarias

Las aguas residuales pecuarias son las que proceden de la actividad ganadera. Si la actividad se desarrolla de forma intensiva, se generan normalmente vertidos directos a los cauces. Son vertidos localizados, constantes y concentrados. Si la actividad es de forma no establecida; el ganado deambula libre la contaminación de los cauces, y es de tipo difuso. Cuando la contaminación es difusa el transporte de la misma está asociado a los fenómenos hidrológicos (escorrentía superficial, subsuperficial, etc.) y su control es difícil. En algunas regiones es común el uso de estiércol como abono natural, de forma que los compuestos de las aguas residuales de los establos pasan a ser contaminantes difusos en las cuencas. Lo normal en la cuenca es que tenga tanto vertidos localizados como difusos de contaminación ganadera (Pérez, 2005).

Aguas Residuales de Origen Agrícola

El origen de la contaminación agrícola está en el arrastre, por las aguas de lluvia y el agua de riego, de los productos usados en la agricultura. El agua residual se incorpora a las fases del ciclo hidrológico (escorrentía superficial, subsuperficial, subterránea, etc.) llevando consigo los contaminantes, los acuíferos, ríos y embalses serán las masas de agua receptoras que sufrirán los problemas de este tipo de contaminación, las actividades agrícolas pueden generar dos tipos muy diferentes de contaminación en función de si los compuestos son utilizados como abono o lo son como pesticidas. Por uso de abonos la contaminación de origen agrario se caracteriza por contener compuestos orgánicos e inorgánicos. (Lara, 2014).

Aguas Residuales Industriales

Las aguas residuales industriales proceden de la variada actividad industrial. Aparecen tantos tipos de aguas residuales industriales como tipos de industrias. Dentro de cada industria, el agua de abastecimiento, que luego se transformara en

una gran proporción en agua residual, se utiliza fundamentalmente como: aguas de proceso, aguas asimilables a domésticas, aguas de limpieza, aguas de refrigeración y calefacción; cada una de estas aguas va a generar las correspondientes aguas residuales, que reciben los mismos nombres. A estas hay que añadir las aguas de escorrentía que se producen en la zona industrial, que puede llegar a incorporar gran cantidad de materiales (arrastres en los parques de almacenamiento de carbón.) Cada uno de los tipos de aguas residuales citadas va a incorporar una contaminación diferente. De forma general se puede decir que las aguas residuales industriales se caracterizan por su variedad y por su variabilidad (Pauta, 2019).

Aguas de escorrentía urbana

Son aquellas que provienen de las precipitaciones de aguas lluvias o nieves sobre una cuenca urbana. Son aportaciones de carácter intermitente. Los caudales en un agua urbanizada suelen ser del orden de 50 a 200 veces superiores en volumen a los vertidos domésticos, comerciales e industriales. La superficie de una ciudad que recibe la lluvia es de dos tipos: impermeable y permeable. Las que predominan son las impermeables de edificios, pavimentos, calzadas, azoteas, aceras, etc.; mientras que las superficies permeables las constituyen los jardines, algunos patios interiores, solares sin edificar, etc. El alto porcentaje de superficies impermeables es una característica de la zona urbana (Anna, 2016).

Es erróneo pensar que las aguas de escorrentía son esencialmente limpias. De la lluvia caída, una fracción se emplea en mojar las 21 superficies; otra se evapora y otras se quedan atrapadas en huecos y depresiones del suelo, si sigue lloviendo el agua se moviliza hacia los puntos de recogida, drenando por superficies impermeables, y a su vez, limpiando y transportando en suspensión y disolución, los contaminantes acumulados sobre el suelo (Baque-Mite, 2016).

Problemática de las aguas residuales del área del estudio

Ecuador tiene pocas ciudades que cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales. Entre ellas, se pueden citar: Jipijapa, Shushufindi, Portoviejo y Cuenca, todas de poca población a excepción de esta última. De los 215 municipios del país, solo el 62% trata el agua residual, mientras que en el resto no se realiza ningún tipo de tratamiento. A nivel regional, la sierra posee el mayor número de plantas de tratamiento (50% del total del país); en la región costera está el 31%; el 18.5% en la región amazónica y el 0,5% restante en la región insular (Fabara, 2019).

En el área rural de la provincia de Guayas (una provincia equivale a un estado de Venezuela), las comunidades no poseen sistema de alcantarillado. En el caso específico del Cantón Yaguachi (donde se realiza este estudio) uno de los 25 de la provincia, con capital Yaguachi nuevo (un cantón es similar a un municipio de Venezuela), sólo la cabecera cantonal, tiene sistema de tratamiento. En las parroquias rurales, para las aguas residuales generadas en las viviendas, todavía se utilizan los pozos sépticos (Peña, Mayorga, & Montoya, 2018).

En la cabecera cantonal de Yaguachi, las aguas servidas se eliminan a través de un sistema que cubre sólo una parte de la ciudad. El sistema cuenta con lagunas de oxidación para el tratamiento de las aguas servidas, las cuales se ubican junto al río Yaguachi, fuera del perímetro urbano. La PTAR presenta problemas con el mantenimiento de la infraestructura e instalaciones y está prácticamente abandonada. En el caso de la ciudad de Yaguachi, el 54% de las viviendas elimina las aguas a través de pozos sépticos, el 11% en pozos ciegos, el 1% las arroja a ríos o quebradas, el 1% utiliza letrinas y el 9% las elimina de otras formas. Sólo el 24% de las viviendas está conectado a la red de alcantarillado, que va hacia las lagunas de oxidación (Garrido Barrazueta, 2018).

Población en estudio

En Guayaquil, el sistema de tratamiento de aguas residuales es operado por la empresa pública Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). La ciudad cuenta con cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, que tratan aproximadamente el 80% del agua residual generada en la ciudad. Sin embargo, aún hay un gran porcentaje de aguas residuales que no son tratadas y se descargan directamente al río Guayas (Aguilar Pesantes, 2017).

En Ecuador, el tratamiento de aguas residuales es considerado un problema importante. Según el Ministerio del Ambiente, solo el 40% del agua residual generada en el país es tratada antes de ser descargada. Esto ha llevado a problemas de contaminación en ríos y cuerpos de agua, así como problemas de salud para la población. El gobierno ecuatoriano ha tomado medidas para mejorar el tratamiento de aguas residuales en el país. En 2018, se aprobó un plan nacional para el manejo integral de aguas residuales, que incluye la construcción de nuevas plantas de tratamiento y la modernización de las existentes. Además, se han implementado programas para fomentar la reutilización de aguas tratadas en actividades agrícolas e industriales (Francisco Javier Torrijo Echarri, 2016).

Sin embargo, aún hay desafíos importantes para mejorar el tratamiento de aguas residuales en Ecuador. Uno de los principales desafíos es la falta de infraestructura y tecnología adecuadas para tratar el agua en algunas zonas del país. Además, también hay desafíos relacionados con la falta de recursos financieros y capacitación técnica para operar y mantener las plantas de tratamiento existentes (López R. , 2015).

En resumen, el tratamiento de aguas residuales en Guayaquil y en Ecuador en general es un problema importante. Aunque se han tomado medidas para mejorar la situación, todavía hay desafíos importantes que deben ser abordados para garantizar

que el agua residual sea tratada adecuadamente antes de ser descargada al medio ambiente (Cruz Cajape, 2022).

La Estrategia Nacional de Agua Potable y Saneamiento de 2016 de Ecuador estableció que, para 2030, debe lograrse el acceso universal y equitativo a los servicios de agua potable y saneamiento. Guayaquil concentra la población más numerosa y la mayor actividad empresarial en todo Ecuador. Sin embargo, siete de cada diez personas tienen acceso a agua potable contaminada y el 12 % de los hogares en el sector sur (el más pobre de la ciudad) no cuenta con alcantarillado. Las aguas residuales con alta carga de residuos orgánicos procedentes de más del 80 % de las industrias son vertidas sin tratamiento previo en la red de alcantarillado o en los ríos. El terreno donde se construirán las dos nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) contiene una mezcla de arcilla y arena que, además de generar problemas de sedimentos, requiere un método de vibro sustitución con compactación para minimizar los problemas de licuefacción (Cruz Cajape, 2022).

Cuencas y tratamiento de aguas residuales en Guayaquil

Con el objeto de hacer frente a la situación antes mencionada, el Municipio de Guayaquil, a través de su Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EP "EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE GUAYAQUIL, EP "EMAPAG EP, han tomado medidas concretas para mejorar las condiciones sanitarias de la ciudad, entre las que se cuentan obras para brindar a la ciudad 100% de cobertura y conexión al alcantarillado sanitario, así como planes para complementar el tratamiento del 100% de las aguas residuales producidas por Guayaquil, de acuerdo al Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (H. Cabrera, 2014) actualizado en el 2016. A continuación, se detallan las características generales de las cuencas de drenaje de aguas residuales de la ciudad:

Cuenca Sur - Las Esclusas (5.913 Ha), las aguas residuales de esta cuenca, del centro, suburbio oeste y sur de Guayaquil, actualmente está provista de un sistema de pretratamiento denominado “La Pradera”, que descarga las aguas, pretratadas, al río Guayas mediante un emisario subacuático y, una Estación de Bombeo Guasmo H que de igual manera descarga sus aguas mediante un emisario subacuático al río Guayas (H. Cabrera, 2014).

Cuenca Norte – Los Merinos (9.146 Ha), las aguas residuales de esta cuenca, ubicada en el norte de Guayaquil, son tratadas mediante tres sistemas independientes: “Progreso” sistema de pretratamiento de características similares a la Planta La Pradera, Lagunas Alborada Sauces, que corresponden al conjunto de lagunas, en paralelo, anaeróbicas, facultativas y de maduración; y, Sistema Guayacanes Samanes conformado por lagunas, en paralelo, aereadas, facultativas y de maduración (H. Cabrera, 2014).

Cuenca Javier Salitral – Puerto Azul (800 Ha), esta cuenca ubicada hacia el oeste de la cuenca Las Esclusas, sobre la vía a la costa, drena sus aguas hacia un sistema de tratamiento, actualmente en construcción, mediante la tecnología de Pantanos Secos Artificiales (H. Cabrera, 2014).

Cuenca Vía a la Costa (1.850 Ha), cuenca ubicada al oeste de la cuenca Javier Salitral Puerto Azul, donde se desarrollan complejos urbanísticos habitacionales con sistemas independientes de alcantarillado sanitario y tratamiento; se tiene prevista la construcción de un Sistema de Tratamiento de las aguas residuales de esta cuenca durante el quinto quinquenio, período 2016-2021 (H. Cabrera, 2014).

Cuenca Mucho Lote (1.100 Ha), las aguas residuales de esta cuenca, ubicada al norte de la cuenca Los Merinos, son tratadas mediante un sistema de lagunas

facultativas y de maduración, lagunas que se encuentran en un proceso de transformación a lagunas aeróbicas para aumentar su capacidad (H. Cabrera, 2014)..

Cuenca Mi Lote (2.650 Ha), esta cuenca se ubica en el noroeste de Guayaquil, e incluye un extenso sector denominado Sistema III además del complejo habitaciones Mi Lote, actualmente está en proceso de construcción un Sistema de Tratamiento mediante el conjunto de lagunas paralelas anaeróbicas, facultativas y de maduración (H. Cabrera, 2014).

Se ha previsto, en el corto plazo, el mejoramiento del sistema para lograr aumentar la capacidad de tratamiento. EP” EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE GUAYAQUIL, EP “EMAPAG En la figura del Anexo B muestra la ubicación de las PTAR y la ubicación de los principales componentes del sistema de alcantarillado sanitario principal (Subsistemas Norte y Sur) propuesto para Guayaquil (H. Cabrera, 2014).

El Gobierno Autónomo Descentralizado de Guayaquil, a través de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil, EP EMAPAG EP, a efectos de mejorar las condiciones ambientales de la urbe, entre otras la calidad del cuerpo receptor de las aguas residuales de Guayaquil, decidió llevar a cabo el Proyecto de Tratamiento de las Aguas Residuales del Norte (cuenca Los Merinos) y Sur de Guayaquil (cuenca Las Esclusas) (H. Cabrera, 2014).

Por las diferentes condiciones que guarda la ciudad, se decidió iniciar con la cuenca sur a través del Proyecto denominado “Universalización del Alcantarillado Sanitario y Tratamiento de Aguas Residuales del Sistema Sur de la ciudad de Guayaquil Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Las Esclusas” y sus Componentes Complementarios” (H. Cabrera, 2014).

Características de las Aguas Residuales

Características Físicas

Temperatura: La temperatura de las aguas residuales es una característica importante y principal dentro del sistema de tratamiento aguas (PTAR), se debe tener como referencia principal la influencia sobre el desarrollo de vida acuática, debido a la energía liberada en las reacciones bioquímicas, que se presentan en la degradación de la materia orgánica; estos indicadores se ven aumentados debido al nivel de temperatura que se maneje dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales ya sea esta para un fin industrial, agropecuario, domestico etc. Los cambios que se presentan por parte de la temperatura pueden dar como resultado un alto porcentaje en la mortalidad de la vida acuática (Lenntech , 2020).

A continuación, en la tabla 2 se observa el porcentaje de solubilidad en las diferentes temperaturas.

Tabla 2

Solubilidad del Oxígeno a Diferentes Temperaturas.

Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
10	11.3
20	9.2
30	7.6

Nota: Datos de solubilidad del oxígeno disuelto a diferentes temperaturas, obtenido de (Fernández, 2020).

Una vez observado la tabla 2, esta determina que, a mayor temperatura existente en el sistema de tratamiento de las aguas residuales, menor es el porcentaje de oxígeno disuelto, teniendo en cuenta que la temperatura está en grados centígrados y el oxígeno disuelto en miligramos litros (Fernández, 2020).

Turbidez: Directamente la turbidez hace referencia a los parámetros que existen en cuanto a los sólidos suspendidos, es decir; entre mayor sólidos suspendidos existan en el sistema de aguas residuales mayor será el nivel de turbidez, es de suma importancia conocer que el agua turbia alcanza un nivel alto en el tratamiento, cuando el agua pierde transparencia debido a los sólidos mencionados anteriormente (Lenntech , 2020).

Color: El color es un parámetro de las aguas residuales por lo general suele ser gris, este mismo es causado por sólidos suspendidos, y sustancias en solución, sin embargo, a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce y el color cambia a negro, esto se debe a la infiltración en el sistema de recolección de descargas industriales que se hace en los diferentes sistemas de tratamientos (Lenntech , 2020).

Olor: Los olores producidos por las aguas residuales son principalmente generados por la descomposición de materia que se da dentro del sistema, esto hace que se generen, malos olores como por ejemplo el sulfato de hidrogeno el cual nos da un olor como a huevo podrido, estos son producido por los microorganismos anaeróbicos que reducen los sulfatos a sulfitos, Los olores generalmente asociados con este proceso incluyen sulfuro de hidrógeno, amoníaco, dióxido de azufre (Fernández, 2020).

A continuación, en la siguiente tabla podemos observar los tipos de olores en referencia con las aguas residuales.

Tabla 3

Tipos de Olores Asociados con Aguas Residuales.

Compuestos Olorosos	Olor Característico
Amoniaco	Amoniacal
Crotilmercaptano	Zorrillo
Dimetilsulfuro	Vegetales Descompuestos
Etilmercaptano	Coles en Descomposición
Sulfuro de Hidrogeno	Huevo Podrido
Metilmercaptano	Coles Descompuestas
Eskatol	Materia Fecal
Tiocresol	Zorrillo, Rancio

Nota: Obtenido de (Fernández, 2020)

Una vez observado la tabla 3 referente a los olores que se pueden percibir en las aguas residuales, uno de los más comunes es el sulfuro hidrogeno, que como se dice anteriormente se presenta por la cantidad de materia orgánica descompuesta en el sistema de tratamiento de las A.A.R.R (Fernández, 2020).

Sólidos Totales: El parámetro de sólidos totales presentes en el agua residual se clasifican según su tamaño o presentación en sólidos suspendidos y sólidos filtrables, estos pueden ser inorgánicos u orgánicos, un sólido suspendido es aquel que puede retenerse en un filtro cuyo diámetro nominal sea de 1.2 micra Estos sólidos son una medida aproximada de la cantidad de fangos es decir la cantidad de lodos con la que pasa las aguas, y que se eliminará mediante sedimentación en el tratamiento de aguas residuales ya sean estos domésticos, pecuarios, agrícolas e industriales. Los “sólidos totales” se definen como la materia que permanece como residuo después de la evaporación y secado a 103 - 105 °C. El valor de los sólidos totales incluye materias disueltas, como lo muestra en la siguiente figura (Lenntech , 2020).

Características químicas

Este tipo de características están dadas principalmente, en función de los desechos que se generan dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales, a continuación, presentamos los parámetros más principales:

Materia Orgánica: Son fracciones relevantes que se dan de los elementos contaminantes en las aguas residuales domésticas y municipales debido a esto se refleja como la causante del agotamiento de oxígeno de los cuerpos de agua. La Materia Orgánica está compuesta principalmente por CHONS (Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno y Azufre) constituyendo las proteínas (restos de origen animal y vegetal), los carbohidratos (restos de origen vegetal), los aceites y grasas (residuos de cocina e industria) y los surfactantes (detergentes) (Lenntech , 2020).

Materia Inorgánica: Dentro de este parámetro existen un grupo que contiene todos los sólidos de origen generalmente mineral, como son sales minerales, arcillas, lodos, arena, este tipo de materia inorgánica puede tener algunos elementos muy importantes dentro del sistema de aguas residuales (Lenntech , 2020).

Hidrogeno (pH): El pH dentro nos indica directamente el grado que se obtiene tras la muestra de una sustancia cualquiera dentro del sistema de tratamiento, la mayoría de los microorganismos responsables de la depuración de las aguas residuales se desarrollan en un rango de pH entre 6,5 y 8,5 unidades (Lenntech , 2020).

Sólidos: La materia orgánica se presenta en forma de sólidos, estos sólidos pueden ser suspendidos (SS) o disueltos (SD), los que también pueden ser volátiles (SV), y en ciertos casos suelen ser inorgánicos (Lenntech , 2020).

Nitrógeno: Componente principal de las proteínas y es un nutriente esencial para las algas y bacterias que intervienen en la depuración del agua residual. Puede

presentarse en forma de nitrógeno orgánico, amoniacal y formas oxidadas como nitritos y nitratos (Lenntech , 2020).

Fósforos: Este se caracteriza por ser un nutriente esencial para el crecimiento de los microorganismos (Lenntech , 2020).

Azufre: Requerido en la síntesis de la proteína y liberado en su degradación, como un punto también importante dentro de las características químicas se presenta que la presencia de oxígeno disuelto en el agua residual evita la formación de olores desagradables y perjudiciales. La cantidad de oxígeno disuelto depende de muchos factores, como temperatura y actividad biológica, actividad química, etc (Prato Moreno, 2021).

Características biológicas

Estas características están determinadas por el tipo de microorganismos presentes en el agua, entre los cuales tenemos:

Bacterias: la bacteria es la principal responsable de la degradación y estabilización de la materia orgánica contenida en sistema de tratamientos de las aguas residuales. Su crecimiento ocurre según el nivel de PH presente en el sistema de tratamiento, ante estos niveles de crecimiento de bacterias en los sistemas de tratamientos podemos nombrar algunos tipos muy comunes como lo son:

Bacterias anaerobias: son aquellas que consumen oxígeno procedente de los sólidos orgánicos e inorgánicos y la presencia de oxígeno disuelto, la mayoría de las bacterias “trabajan” individualmente. Es la razón principal por la que los sistemas anaerobios requieren un mayor control y monitoreo para funcionar eficientemente (Fernández, 2020).

Bacterias aerobias: son aquellas que se ven en la necesidad de contar con oxígeno procedente del agua para su alimento y respiración, es de suma importancia verificar el tipo de bacteria que contiene el tratamiento para así saber cómo contrarrestar las mismas (Fernández, 2020).

Demanda Biológica de Oxígeno: El DBO determina que es una medida indirecta del contenido de materia orgánica biodegradable, expresada mediante la cantidad de oxígeno requerida para oxidar biológicamente la materia orgánica en una muestra de agua, esta también se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno (Fernández, 2020).

Los valores de la DBO son muy importantes para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales porque permiten determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requiere para degradar biológicamente la materia orgánica (Fernández, 2020).

Tabla 4

Volumen de Muestra según la concentración esperada de DBO.

Volumen en 300 ml(ml)	Concentraciones deDBO (mg-l)
0.02	30000 – 105000
0.05	12000 – 42000
0.10	6000 – 21000
0.20	2000 – 10500
0.50	1200 – 4200
1.00	600 – 2100
2.00	300 – 1050
5.00	120 – 420
10.00	60 – 210
20.00	30 – 105
50.00	12 – 42
100.00	6 – 21

Nota: Rangos de volúmenes y concentraciones de muestras esperadas del DBO, obtenido de (Fernández, 2020).

En la tabla 4 muestra los rangos de concentración de la demanda biológica de oxígeno (DBO) es decir a mayor volumen, menor es la concentración de (DBO) en el sistema de tratamiento de aguas residuales (Fernández, 2020).

Demanda Química de Oxígeno: La DQO determina que la demanda química de oxígeno y de materia orgánica es degradable, pero la diferencia es que esta degradación es mediante una reacción química. Se define como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada, el oxidante utilizado para este proceso biológico es el permanganato de potasio, sabiendo que el DQO se expresa en mg/l para las respectivas muestras en las aguas residuales (Fernández, 2020).

Análisis microbiológico del agua

El diagnóstico de la contaminación biológica se hace mediante el análisis microbiológico del agua. Los métodos más comúnmente usados se basan en la determinación de unidades formadoras de colonias o el número más probable. Otro método, que no distingue entre bacterias vivas y bacterias muertas, es útil por su simplicidad en cierto tipo de usos (Renato Baque Mite, 2016). Resulta muy complejo investigar rutinariamente la presencia de todos y cada uno de los microorganismos que pueden estar presentes en el agua. Por ese motivo, el control microbiológico de la calidad del agua se realiza mediante el recuento de organismos indicadores. Los usados comúnmente son los coliformes totales y los coliformes fecales. Estos últimos en particular ponen en evidencia contacto de la fuente de agua con materia fecal (Fernández, 2020).

Indicadores microbiológicos de calidad del agua

Los indicadores microbiológicos de calidad del agua son organismos que tienen un comportamiento similar a microorganismos patógenos cuya procedencia,

concentración, hábitat y reacción a factores externos es la de la mayoría. Su presencia determina la existencia de patógenos y permite comparar sus reacciones a cambios de pH y temperatura o aplicación de medios físicos o químicos de desinfección, con la ventaja de ser más fácilmente cultivables o identificables, y económicamente factibles (Renato Baque Mite, 2016).

Requieren la identificación y cuantificación de microorganismos por índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua y, aunque la información microbiológica obtenida a partir de su análisis no reemplaza los análisis fisicoquímicos, reduce costos y aporta información en el monitoreo de la calidad del agua (Cadavid, 2017).

Estos indicadores deben cumplir requerimientos para ser establecidos como tal: estar ausentes en agua no contaminada y mantener una correlación de su presencia con la de los patógenos, en mayor proporción (Cadavid, 2017). Deben sobrevivir en el agua más tiempo y ser igual o más resistente a factores externos que los patógenos, sin ser patógenos y no deben reproducirse en animales poiquiloterms (Cadavid, 2017).

Otra de sus características relevantes es ser de fácil, rápido y económico aislamiento, cuantificación e identificación y en lo posible tener criterios microbiológicos comunes internacionalmente. Deben hallarse de forma constante en las heces y estar asociados a aguas residuales; estar distribuidos al azar en las muestras y ser resistentes a la inhibición de su crecimiento por otras especies. Al existir diferentes grupos de patógenos que pueden ser transmitidos por el agua no hay un microorganismo único que se constituya en indicador ideal de calidad del agua. Estos grupos relacionados con las enfermedades de transmisión hídrica pueden ser de origen bacteriano, viral, parasitario y, en menor medida micótico (Renato Baque Mite, 2016).

Metales pesados

El término metales pesados se refiere a cualquier elemento químico metálico que tiene una densidad relativamente alta y puede ser tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Los metales pesados son componentes naturales de la corteza terrestre. No pueden ser degradados o destruidos naturalmente, algunos metales pesados (por ejemplo, cobre, selenio, zinc) son esenciales para mantener el metabolismo del cuerpo humano. Sin embargo, a concentraciones altas pueden alterar procesos bioquímicos, fisiológicos del organismo o conducir a una intoxicación severa. El envenenamiento por metales pesados puede suceder si se consume agua contaminada con alguno de estos metales, las concentraciones altas en el aire que estén cerca de las fuentes de emisión, o la ingesta a través de la cadena alimentaria, la principal razón es la contaminación industrial y minera. Otra fuente de contaminación pueden ser los vertederos y vertidos de agua residuales. Existen casos donde el agua sufre un proceso de enriquecimiento de metales pesados, ya que pasa por mantos acuíferos rodeados de rocas que contienen estos metales en su composición (Prieto Méndez, González Ramírez, Román Gutiérrez, & Prieto García, 2016).

Límites fijados para la presencia de metales pesados en el agua que se puede consumir

Los metales pesados son tóxicos para los seres humanos, estos metales cuentan con la característica de ser bioacumulativos lo que provoca que no puedan ser eliminados del cuerpo (Renato Baque Mite, 2016).

A continuación, se establece un pequeño ejemplo de los límites establecidos en el agua para consumo humano que contiene metales pesados según la organización mundial de la salud, Mercurio: 1 microgramo/l, Níquel: 20 microgramos/l,

Cobre: 2 miligramos/l, Plomo: 25 microgramos/l y Cromo: 50 microgramos/l (OMS, 2023).

Los metales pesados presentes en el agua.

Arsénico.

El arsénico posee 17 nucleótidos radioactivos, se puede encontrar en los suministros de agua, dando lugar a la exposición en los mariscos, el bacalao, el eglefino y algunos otros alimentos marinos, otras fuentes de exposición son las pinturas, raticidas, fungicidas y conservadores de la madera; los síntomas agudos de intoxicación aparecen en tres a cinco días después de la exposición puede provocar lesiones en piel, fiebre, hepatomegalia, melanosis, arritmia cardíaca, neuropatía periférica, anemia y leucopenia. El arsénico se libera en el medio ambiente por el proceso de fundición de cobre, zinc y plomo, así como por la fabricación de productos químicos y gafas. El gas arsano (AsH_3) es un subproducto producido en la fabricación de plaguicidas que contienen arsénico y es considerado como una sustancia cancerígena. (Londoño, Muñoz, & Londoño, 2016).

Cadmio.

El cadmio es un subproducto de la minería en la fundición de plomo y zinc, en las baterías de níquel-cadmio, plásticas de PVC, y pigmentos de la pintura, en la fabricación de galvanizado cuando se fabrican las aleaciones con el zinc, de color blanco azulada que posee 8 isótopos estables y once radioisótopos inestables; las principales fuentes de exposición son los alimentos y el agua; dependiendo de la exposición puede llegar acumularse por 30 años (Londoño, Muñoz, & Londoño, 2016).

Hierro / Fierro.

El hierro es un metal pesado abundante en la corteza, forma parte de minerales como la hematita, magnetita, limonita, pirita, y puede ser encontrado en el agua, carne, productos integrales, patatas y vegetales, entre los efectos que provocan están conjuntivitis, coriorretinitis, y retinitis, se debe tener cuidado en ingestión de suplementos de hierro, y en la dieta ya que puede envenenar de forma aguda a los niños pequeños. La ingestión representa la mayor intoxicación de hierro para las personas porque este metal se absorbe rápidamente en el tracto gastrointestinal, se puede determinar la presencia debido un sabor metálico y a la coloración, el tono va a variar dependiendo de la concentración del hierro, amarillo: el hierro en contacto con el oxígeno presente en el agua puede teñir de un amarillo claro el agua, esto indica la presencia de pequeñas cantidades de óxido; naranja, rojo y marrón: una concentración mayor de hierro y oxígeno en el agua puede producir colores como naranja, rojo o marrón, o incluso una combinación de los tres, el agua tirando a marrón también es el resultado de la mezcla de dióxido de azufre y de agua en las tuberías (Lenntech , 2020).

Mercurio.

El mercurio se genera de forma natural en el medio ambiente en la desgasificación de la corteza terrestre y las emisiones volcánicas, se encuentra comúnmente como sulfuro, también como rojo de cinabrio, en menor abundancia metalcinabrio negro y el menos común cloruro de mercurio; los síntomas en la intoxicación severa son temblores, hipertrofia de tiroides, taquicardia, gingivitis, cambios en la personalidad, eretismo, pérdida de memoria, depresión severa, delirios y alucinaciones, considerado como cancerígenos. (Londoño, Muñoz, & Londoño, 2016).

Cromo

El cromo elemental no se encuentra en la naturaleza, es utilizado con fines industriales como la fabricación de pigmentos y aditivo, puede llegar al agua a través de su vertido a los ríos, al aire por combustión y después por la lluvia, se puede encontrar en agua de pozo, vegetales, frutas, carnes, levaduras y granos, el Cromo III es esencial para los humanos, la acumulación excesiva puede causar efectos sobre la salud como erupciones cutáneas, problemas en la piel y respiratorios, la falta de este puede causar condiciones del corazón, trastornos metabólicos y diabetes, cuando se altera y se transforma en Cromo VI y puede causar reacciones alérgicas, daños en el hígado y el sistema inmunológico, y es considerado cancerígeno (Aconsa, 2021).

Zinc

El zinc son contaminantes comunes del agua y de los sedimentos en los puertos cercanos e instalaciones industriales. La contaminación ambiental por zinc, y sus efectos sobre la población, cada vez son más numerosos los estudios que ponen de manifiesto su elevada concentración en aguas subterráneas y de superficie, y en las destinadas al consumo humano, siempre acompañando a concentraciones elevadas de otros elementos: cadmio, plomo y mercurio, puede llegar a ser Dañino, irritante y oxidante (Lenntech , 2020).

Tratamiento para eliminar los metales pesados

Existen varios métodos para eliminar estos metales del agua:

Intercambio iónico.

El intercambio iónico es la mejor solución cuando se tiene un flujo de agua considerable, aunque hay que tener especial cuidado en la selección de la resina,

para que tenga selectividad con el metal pesado que quiera eliminarse (Gallo, Pabón, Benitez, & Gallo, 2020).

Catalizadores de fierro y manganeso.

Los catalizadores de MnO₂ sirven para precipitar fierro y manganeso en presencia de un oxidante fuerte. Aunque este precipitado de fierro pueda ser un contaminante, tiene la capacidad de adsorber algunos metales pesados como es el arsénico (Gallo, Pabón, Benitez, & Gallo, 2020).

KDF.

El KDF se utiliza a nivel doméstico por fabricantes de equipos residenciales (en las regaderas, por ejemplo), se utiliza en pequeñas cantidades ya que es un medio granular un tanto costoso (Gallo, Pabón, Benitez, & Gallo, 2020).

Coagulación – floculación.

Es posible eliminar metales pesados con el uso de agentes coagulantes o floculantes, formando un coagulo lo suficientemente grande para ser retirado por un proceso de filtración. Es importante saber que un proceso de Coagulación – floculación necesita de un proceso extra de filtración para eliminar el coagulo o flóculo (OMS, 2023).

Filtración.

Cuando los metales pesados estén suspendidos en el agua, se utiliza el proceso de filtración para eliminarlos, aunque es raro que algún metal se encuentre en suspensión, se pueden utilizar procesos de coagulación – floculación para aumentar el tamaño del precipitado. Se puede utilizar la filtración de lecho profundo, filtros por membrana (microfiltración y ultrafiltración), y filtración por cartucho (Gallo, Pabón, Benitez, & Gallo, 2020).

Tratamiento biológico de aguas residuales

El tratamiento biológico de aguas residuales se lleva a cabo mediante una serie de importantes procesos de tratamiento que tienen en común la utilización de microorganismos (entre los que destacan las bacterias) para llevar a cabo la eliminación de componentes solubles en el agua. Estos procesos aprovechan la capacidad de los microorganismos de asimilar la materia orgánica y los nutrientes (nitrógeno y fósforo) disueltos en el agua residual para su propio crecimiento. Cuando se reproducen, se agregan entre ellos y forman unos flóculos macroscópicos con suficiente masa crítica como para decantar en un tiempo razonable (Gallo, Pabón, Benitez, & Gallo, 2020).

La aplicación tradicional consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen nitrógeno y fósforo. Es uno de los tratamientos más habituales, no solo en el caso de aguas residuales urbanas, sino en buena parte de las aguas industriales, por su sencillez y su bajo coste económico de operación (Gallo, Pabón, Benitez, & Gallo, 2020).

En la mayor parte de los casos, la materia orgánica constituye la fuente de energía y de carbono que necesitan los microorganismos para su crecimiento. Además, también es necesaria la presencia de nutrientes, que contengan los elementos esenciales para el crecimiento, especialmente nitrógeno y fósforo, y, por último, en el caso de sistemas aerobios, la presencia de oxígeno disuelto en el agua. El oxígeno no es imprescindible, ya que los microorganismos son capaces de degradar la materia orgánica también en condiciones anaerobias. Este aspecto será clave a la hora de elegir el proceso biológico más conveniente (Gallo, Pabón, Benitez, & Gallo, 2020).

En el metabolismo celular, juega un papel fundamental el aceptor final de electrones en los procesos de oxidación de la materia orgánica. Este aspecto, además, tiene una importante incidencia en las posibilidades de aplicación al tratamiento de aguas residuales. Atendiendo a cuál es dicho aceptor final de electrones se distinguen tres casos (Cadavid, 2017).

Sistemas aerobios: el oxígeno es el aceptor final de electrones preferido por cualquier célula. Si existe oxígeno en el medio, éste será el aceptor final de electrones, lo que conlleva que se obtengan rendimientos energéticos elevados y una importante generación de fangos, debido al alto crecimiento de las bacterias en condiciones aerobias (Cadavid, 2017).

Sistemas anaerobios: en este caso el aceptor final de electrones es la propia materia orgánica que actúa como fuente de carbono. Como resultado de este metabolismo, la mayor parte del carbono se destina a la formación de subproductos del crecimiento (biogás, que es CO₂ y metano) mientras que la fracción de carbono utilizada para la síntesis celular es baja. De cara al tratamiento, este hecho supone una doble ventaja: se produce poca cantidad de lodos a la vez que se produce biogás, el cual puede ser revalorizado. Normalmente se aprovecha para producir energía eléctrica, la cual se autoconsume en la propia instalación (Cadavid, 2017).

Sistemas anóxicos: Se denominan así los sistemas en los que el aceptor final de electrones no es el oxígeno ni tampoco la materia orgánica. En condiciones anóxicas el aceptor final de electrones suelen ser los nitratos, los sulfatos, el hidrógeno, etc. Cuando el aceptor final de electrones es el nitrato, como resultado del proceso metabólico, el nitrógeno de la molécula de nitrato es transformado en nitrógeno gas. Así pues, este metabolismo permite la eliminación biológica del nitrógeno del agua residual (desnitrificación) (Cadavid, 2017).

Existen tres factores fundamentales para determinar la capacidad de un tratamiento biológico de efluentes que contengan compuestos tóxicos o recalcitrantes, esos factores son (Cadavid, 2017):

- **La naturaleza de la conversión química necesaria:** Por ejemplo, los derivados halogenados aromáticos son más fácilmente atacados por comunidades anaeróbicas, mientras que en el caso de comunidades aeróbicas los compuestos tienden a polimerizarse primero, haciéndose más difícilmente atacables después (Cadavid, 2017).

- **La ecofisiología de los microorganismos comprendidos:** La digestión anaeróbica puede considerarse como un proceso en serie y es por lo tanto más vulnerable que la aeróbica que comprende microorganismos y caminos metabólicos que actúan en paralelo. Una variedad de compuestos como amoníaco, agua oxigenada, sulfitos, sulfatos e hidrógeno sulfurado, que no interfieren en tratamientos aerobios pueden ser inhibidores de las bacterias metanogénicas (Cadavid, 2017).

- **Diseño del proceso y operación de la planta:** A pesar de que existen procesos aerobios muy difundidos y eficientes para tratamiento de aguas residuales que contienen fenoles, amoníaco y cianuros, se ha demostrado recientemente que también pueden tratarse anaeróticamente con reactores de filtro, empleando carbón activo, lo cual demuestra la importancia del adecuado diseño del proceso. La tendencia moderna considera que los sistemas son, más que excluyentes, complementarios, ya que las comunidades microbianas anaeróbicas son específicamente ventajosas a altas temperaturas y altas concentraciones de sustratos, especialmente insolubles, mientras que las comunidades microbiológicas aeróbicas son indispensables para bajos niveles de sustratos, condiciones ambientales variables y distintos productos químicos (Cadavid, 2017).

CAPÍTULO III: Diseño metodológico

3.1 Tipo y diseño de investigación

El presente proyecto es de tipo descriptivo en donde se especifican las propiedades, características y perfiles de la muestra, y se considera correlacional ya que se da a conocer la calidad del agua residual de diferentes industrias farmacéuticas proporcionando el diagnóstico y condiciones de la misma.

El diseño de investigación se predomina cualitativa y cuantitativa ya que nos permite obtener datos reales y certeros por un laboratorio acreditado.

3.2 La población y la Muestra

El estudio se realizará en la ciudad de Guayaquil, parroquias Tarqui y Pascuales fueron seleccionadas debido a la ubicación de algunas empresas industriales, así mismo las aguas residuales de estos sectores son vertidas directamente en el alcantarillado.

3.2.1 Características de la población

Las muestras son consideradas no probabilísticas, se realizará la evaluación diferentes zonas industriales de la parroquia Tarqui y Pascuales, considerando 3 puntos de muestreos para los análisis.

En cuanto a las características de las industrias, fueron seleccionadas según su ubicación, donde realizan el desecho de las aguas residuales ya que es indispensable que sea en alcantarillado y la facilidad de muestreo.

3.2.2 Delimitación de la población

En las parroquias Tarqui y Pascuales de la ciudad de Guayaquil se estableció obtener las muestras para el estudio, considerando la presencia de empresas industriales y así verificar la calidad de agua.

3.2.3 Tipo de muestra

Las muestras son consideradas no probabilísticas, se realiza la evaluación en diferentes zonas industriales de la parroquia Tarqui y Pascuales, considerando para el estudio 3 puntos de muestreos para los análisis.

3.2.4 Tamaño de muestra

En el presente trabajo de investigación se obtienen 3 muestras de las zonas industriales de forma aleatoria en la parroquia Tarqui y Pascuales y no se aplica fórmulas estadísticas para la determinación de la muestra.

3.2.5 Proceso de Selección:

En la recolección de la muestra se consideró los siguientes parámetros:

Criterios de inclusión:

- En base a la ubicación y a la accesibilidad de toma de muestra fueron seleccionados los puntos de muestreo.

Tabla 5

Selección de muestras

Muestra	Coordenadas
Muestra 1 ARR	-2.140348644799737, -79.92951467528607
Muestra 2 ARI	-2.1113616180289827, -79.93332994733429
Muestra 3 ARV	-2.141954175234121, -79.93312147625961

Nota: Números de muestras con las coordenadas de ubicación, Obtenida del autor

Criterios de exclusión:

- ✓ Por falta de accesibilidad a toma de muestra de aguas residuales, y falta de recursos no se consideraron otros puntos.

3.3 Los métodos y las técnicas

El método teórico utilizado es el Hipotético-deductivo, ya que se parte de una hipótesis inferida o sugerida por los datos empíricos, y aplicando las reglas de la deducción, se arriba a predicciones que se someten a verificación empírica, y si hay correspondencia con los hechos, se comprueba la veracidad o no de la hipótesis de partida. Incluso, cuando de la hipótesis se arriba a predicciones empíricas contradictorias, las conclusiones que se derivan son muy importantes, pues ello demuestra la inconsistencia lógica de la hipótesis de partida y se hace necesario reformularla, como métodos complementarios se utilizaron el muestreo, y las pruebas o test (Rodríguez & Perez, 2017).

Los muestreos de los puntos de agua fueron realizados de acuerdo a la norma INEN 2169:98, se utilizaron recipientes estériles, protegidos de la luz a temperatura controlada. Según la solicitud del laboratorio donde se efectuaron todos los análisis fisicoquímicos y metales pesados, se tomó 1 galón de agua por cada punto de muestreo.

En cuanto a los métodos de referencia para los análisis se utilizaron los establecidos por el laboratorio externo:

Tabla 6*Análisis y métodos*

Parámetros	Técnica	Métodos de Referencia
Potencial de Hidrógeno	Electrometría	SM 23, 4500 H+
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Electrometría	SM 23, 5210 B
Demanda Química de Oxígeno	Espectrofotometría UV – Vis	SM 23, 5220 D
Sólidos Totales Suspendidos	Gravimetría	SM 23, 2540 D
Sólidos Totales	Gravimetría	SM 23, 2540 B
Aceites y Grasas	Gravimetría	SM 23, 5520 D
Turbidez	Espectrofotometría	SM 23, 2530 B
Nitrógeno Total	Volumetría	SM 23, 4500 Norg D
Sulfatos	Espectrofotometría UV – Vis	SM 23, 4500 SO42 E
Tensoactivos	Espectrofotometría	Spectroquant Nova 60 Método 77
Conductividad	Electrometría	SM 23, 2510 B
Hierro	SM 23 - 3120B 2017	SM 23, 3500 Fe B
Fenoles	Espectrofotometría	SM 23 5530 C – D
Arsénico **	SM.Ed.23th 3120B, 2017	SM.Ed.23th 3120B, 2017
Cadmio **	SM.Ed.23th 3120B, 2017	SM.Ed.23th 3120B, 2017
Cromo **	SM.Ed.23th 3120B, 2017	SM.Ed.23th 3120B, 2017
Cinc**	SM.Ed.23th 3120B, 2017	SM.Ed.23th 3120B, 2017
Mercurio	SM 23 - 3120B 2017	SM 23 - 3120B 2017

Nota: parámetros que se van a analizar con los métodos y técnicas de referencia, Obtenida del Laboratorio LAZO.

3.4 Consideraciones Éticas.

Para realizar el presente trabajo investigativo se identificaron los puntos de muestreo en base al lugar donde se vertían las aguas residuales del proceso industrial, se realizó la cotización del análisis de las muestras en el laboratorio acreditado y posterior aprobación, se realizó el muestreo considerando los criterios de la norma INEN 2169:98.

3.5 Procesamiento estadístico de la información.

Para realizar el análisis de información se hizo uso de los programas de Microsoft Excel 2016, para realizar tablas para análisis y determinar si existen diferencia o igualdades significativas.

CAPÍTULO IV: Análisis y discusión de resultados

4.1 Análisis de la situación actual

Para la evaluación de calidad de agua residual industrial en la ciudad de Guayaquil en el mes de febrero del 2023, se realizaron los análisis en un laboratorio externo tomando como referencia para los máximos permisibles el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente TULSMA- Límites de Descargas al Sistema de Alcantarillado Público. Tabla # 7, en donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 7

Resultados de muestra 1ARR análisis Fisicoquímico de agua residual

Análisis Físico – Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultados de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	5.83	0.09 Unidades de pH	6 - 9	SM 23, 4500 H+
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg / L	533.3	27 %	250	SM 23, 5210 B
Demanda Química de Oxígeno	mg / L	952.5	13 %	500	SM 23, 5220 D
Sólidos Totales Suspendidos	mg / L	375	16 %	220	SM 23, 2540 D
Sólidos Totales	mg / L	1049.5	8 %	1600	SM 23, 2540 B
Aceites y Grasas	mg / L	318	-----	70	SM 23, 5520 D
Turbidez	NTU	21.35	-----	Sin requisito	SM 23, 2130 B
Nitrógeno Total	mg / L	51.46	-----	60	SM 23, 4500 Norg D
Sulfatos	mg / L	110.6	-----	400	SM 23, 4500 SO42 E
Tensoactivos	mg / L	1.53	-----	2.0	Spectroquant Nova 60 Método 77
Conductividad	uS / cm	666	-----	Sin requisito	SM 23, 2510 B
Hierro	mg / L	3.87	-----	25	SM 23, 3500 Fe B
Arsénico	mg / L	< 0.0072	-----	0.1	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cadmio	mg / L	0.0006	0.0001 mg / L	0.02	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017

Cromo Hexavalente	mg / L	0.320	0.045 mg / L	0.5	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Mercurio	mg / L	< 0.0001	-----	0.01	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Zinc	mg / L	0.1042	0.0084 mg / L	10	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Fenoles	mg / L	0.009	0.001 mg / L	Sin requisito	S.M. Ed. 23th 5530 C, 2017

Nota: Resultados de análisis fisicoquímicos y metales pesados de la muestra 1, Obtenida del Laboratorio LAZO.

Análisis e Interpretación

De acuerdo a los resultados reportados en el informe, la muestra NO CUMPLE con los requisitos de Potencial de Hidrógeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Totales Suspendidos, Aceites y Grasas de la normativa indicada

Tabla 8*Resultados de muestra 2 ARI análisis fisicoquímico de agua residual*

Análisis Físico – Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultados de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	7.40	0.19 Unidades de pH	6 - 9	SM 23, 4500 H+
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg / L	5.56	-----	250	SM 23, 5210 B
Demanda Química de Oxígeno	mg / L	26.44	-----	500	SM 23, 5220 D
Sólidos Totales Suspendidos	mg / L	< 0.1	-----	220	SM 23, 2540 D
Sólidos Totales	mg / L	107	28 %	1600	SM 23, 2540 B
Aceites y Grasas	mg / L	11	-----	70	SM 23, 5520 D
Turbidez	NTU	1.56	-----	Sin requisito	SM 23, 2130 B
Nitrógeno Total	mg / L	0.3	-----	60	SM 23, 4500 Norg D
Sulfatos	mg / L	21.78	14 %	400	SM 23, 4500 SO42 E
Tensoactivos	mg / L	1.02	-----	2.0	Spectroquant Nova 60 Método 77
Conductividad	uS / cm	138.6	-----	Sin requisito	SM 23, 2510 B
Hierro	mg / L	0.37	-----	25	SM 23, 3500 Fe B
Arsénico	mg / L	< 0.0072	-----	0.1	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cadmio	mg / L	< 0.0001	-----	0.02	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cromo Hexavalente	mg / L	0.274	0.001 mg / L	0.5	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Mercurio	mg / L	< 0.0001	-----	0.01	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Zinc	mg / L	< 0.0119	-----	10	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Fenoles	mg / L	0.008	0.001 mg / L	Sin requisito	S.M. Ed. 23th 5530 C, 2017

Nota: Resultados de análisis fisicoquímicos y metales pesados de la muestra 2, Obtenida del Laboratorio LAZO.

Análisis e Interpretación

De acuerdo a los resultados reportados en el informe, la muestra CUMPLE con los requisitos de la normativa indicada

Tabla 9*Resultados de muestra 3 ARV análisis fisicoquímico de agua residual*

Análisis Físico - Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultados de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	7.31	0.19 Unidades de pH	6 - 9	SM 23, 4500 H+
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg / L	5.22	-----	250	SM 23, 5210 B
Demanda Química de Oxígeno	mg / L	25.37	-----	500	SM 23, 5220 D
Sólidos Totales Suspendidos	mg / L	7.5	-----	220	SM 23, 2540 D
Sólidos Totales	mg / L	110.5	28 %	1600	SM 23, 2540 B
Aceites y Grasas	mg / L	0.4	-----	70	SM 23, 5520 D
Turbidez	NTU	1.63	-----	Sin requisito	SM 23, 2530 B
Nitrógeno Total	mg / L	0.3	-----	60	SM 23, 4500 Norg D
Sulfatos	mg / L	19.43	14 %	400	SM 23, 4500 SO42 E
Tensoactivos	mg / L	1.17	-----	2.0	Spectroquant Nova 60 Método 77
Conductividad	uS / cm	137.6	-----	Sin requisito	SM 23, 2510 B
Hierro	mg / L	0.40	-----	25	SM 23, 3500 Fe B
Arsénico	mg / L	< 0.0072	-----	0.1	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cadmio	mg / L	0.0002	0.0001 mg / L	0.02	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cromo Hexavalente	mg / L	0.421	0.001 mg / L	0.5	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Mercurio	mg / L	< 0.0001	-----	0.01	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Zinc	mg / L	< 0.0119	-----	10	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Fenoles	mg / L	0.009	0.001 mg / L	Sin requisito	S.M. Ed. 23th 5530 C, 2017

Nota: Resultados de análisis fisicoquímicos y metales pesados de la muestra, Obtenida del laboratorio LAZO.

Análisis e Interpretación

De acuerdo a los resultados reportados en el informe, la muestra CUMPLE con los requisitos de la normativa indicada.

4.2 Análisis comparativo

Se escogió un informe de Caracterización fisicoquímica de agua residual no doméstica/extractora el roble S.A.S, palos prietos – magdalena (Flórez, 2018), para realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en esta investigación con los resultados emitidos en el informe.

Tabla 10

Análisis comparativo de aguas residuales industriales.

Análisis comparativo						
Parámetros	Unidad	Requisitos	M1	M2	M3	Agua residual de Efluente de planta extractor de madera (Flórez, 2018)
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	6-sep	5.83	7.40	7.31	7,89
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg / L	250	533.3	5.56	5.22	152
Demanda Química de Oxígeno	mg / L	500	952.5	26.44	25.37	1321
Sólidos Totales Suspendidos	mg / L	220	375	< 0.1	7.5	0,7
Sólidos Totales	mg / L	1600	1049.5	107	110.5	272
Aceites y Grasas	mg / L	70	318	11	0.4	14340
Turbidez	NTU	Sin requisito	21.35	1.56	1.63	-
Nitrógeno Total	mg / L	60	51.46	0.3	0.3	-
Sulfatos	mg / L	400	110.6	21.78	19.43	20,2
Tensoactivos	mg / L	2.0	1.53	1.02	1.17	-
Conductividad	uS / cm	Sin requisito	666	138.6	137.6	-
Hierro	mg / L	25	3.87	0.37	0.40	

Nota: Análisis comparativo entre investigación de aguas residuales de industrias farmacéuticas y de industria extractora de madera, obtenido de laboratorio LAZO y (Flórez, 2018).

De acuerdo con los resultados se puede evidencia que el parámetro Demanda Química de Oxígeno tanto en la muestra 1 como el estudio de referencia no cumplen con los parámetros establecidos, así mismo Aceites y grasas los resultados del estudio de referencia indica valor superior al máximo permisible

4.3 Discusión de Resultados

Según la investigación de la universidad de Chimborazo, en la búsqueda de evaluar un sistema de tratamiento de aguas residuales, en los análisis realizados en las aguas residuales del proceso industrial se identificaron valores altos de los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno a pesar de tener un sistema de lodos activados para eliminar los mismos (Prato, 2021).

De acuerdo con los resultados expuestos de los tres puntos de la parroquia Pascuales y Tarqui, se puede evidencia que en la muestra 1 los parámetros fisicoquímicos no se encuentran dentro de los límites máximos permisible que establece la normativa TULSMA en cuanto los parámetros Potencial de Hidrógeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Totales Suspendidos, Aceites y Grasas de la normativa indicada, pudiendo causa mortalidad en las especies que habitan en el ecosistema si el agua es vertida directamente a ríos o mares. Por otro lado, la muestra del punto 2 y 3 se evidencia el cumplimiento de la calidad de agua residual al ser vertidas al alcantarillado.

Por tanto, se evidencia que existen industrias que no cumplen totalmente los límites máximos permisibles que establece la norma TULSMA.

4.4 Verificación de Hipótesis

Objetivo general: Evaluar las características fisicoquímicas y toxicológicas en aguas residuales de industrias farmacéuticas mediante la aplicación de metodologías

analíticas para la verificación de la calidad de agua en la parroquia Tarqui y Pascuales, provincia del Guayas, febrero 2023.

Hipótesis general: Las aguas residuales industriales al no ser tratadas correctamente no cumplen los parámetros de calidad establecidos en la Legislación ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA), en las parroquias Pascuales y Tarqui.

De acuerdo al objetivo planteado en relación a la hipótesis, se realizó la evaluación de las características fisicoquímicos y toxicológicas de las aguas residuales industriales mediante análisis de laboratorio determinando así que solo una muestra de la parroquia Tarqui no cumple con los parámetros de calidad indicado en la tabla 7, con un pH de 5.83, DBO de 533.3 mg / L, DQO de 952.5 mg / L, sólidos totales suspendidos de 375 mg / L y Aceites y grasas de 318 mg / L.

Objetivo específico 1: Determinar puntos de muestreo de aguas residuales.

Hipótesis 1: Se determinaron los puntos de muestreo de forma correcta, donde se vierten las aguas residuales industriales.

De acuerdo al objetivo planteado en relación a la hipótesis, se determinó correctamente los puntos de muestreo de aguas residuales del proceso industrial, fueron seleccionados dependiendo la ubicación y la facilidad de muestreo, las muestras fueron tomadas después del tratamiento que se realiza cuando son vertidos al alcantarillado para obtener un resultado más certero en cuanto al estado de calidad de agua por parte de la empresa.

Objetivo específico 2: Analizar los parámetros fisicoquímico y Toxicológico de las aguas residuales.

Hipótesis 2: En la coordenada -2.141954175234121, -79.93312147625961 hay mayor contaminación para el análisis de aguas residuales de las industrias farmacéuticas y en la coordenada -2.140348644799737, -79.92951467528607 los parámetros metales pesados de las aguas residuales presentan mayor riesgo de contaminación ya que dan valores en el límite superior.

De acuerdo al objetivo planteado en relación a la hipótesis, se determinó que solo en la coordenada -2.141954175234121, -79.93312147625961 presentan variación de los límites máximos permisibles en los parámetros con un pH de 5.83, DBO de 533.3 mg / L, DQO de 952.5 mg / L, sólidos totales suspendidos de 375 mg / L y Aceites y grasas de 318 mg / L, lo que es un indicador en cuanto a la contaminación del agua. En referencia a los metales pesados, las muestras determinan que se encuentran dentro del rango establecido, comprobando que no posee ningún grado de toxicidad.

Objetivo específico 3: Realizar un análisis comparativo de cada punto tomado, evaluando los niveles de contaminación por lugar de muestreo.

Hipótesis 3: Las industrias farmacéuticas no cumplen con los límites máximos permisibles en cuanto a los análisis fisicoquímicos del agua residual para ser vertidos en el alcantarillado

De acuerdo al objetivo planteado en relación a la hipótesis, se determina que solo la muestra 1 ARR de la parroquia Tarqui presentan variación en los parámetros fisicoquímicos por presentar un pH de 5.83, DBO de 533.3 mg / L, DQO de 952.5 mg / L, sólidos totales suspendidos de 375 mg / L y Aceites y grasas de 318 mg / L, los

valores se encuentran fuera de los límites máximos permisibles que indica la norma; en cuanto a las muestras 2 ARI y 3 ARV según la comparación de los resultados tabla 8 y 9 con el anexo 4 se evidencia el cumplimiento de la calidad del agua.

Objetivo específico 4: Comparar los resultados obtenidos mediante la normativa ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA).

Hipótesis 4: Los niveles de contaminación por lugar de muestreo no cumplen con las normativa INEN 2 169:98 y con la legislación ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA).

De acuerdo al objetivo planteado en relación a la hipótesis, según lo que indica la norma TULSMA, la muestra 1 ARR no cumple con la calidad de agua para que sean vertidas en el alcantarillado se evidencia en la tabla 7 en comparación con el anexo 4, en la muestra se determina un pH de 5.83 siendo los rangos 6 a 9, DBO de 533.3 mg / L siendo el limite 250 mg / L, DQO de 952.5 mg / L siendo el limite 500 mg / L, sólidos totales suspendidos de 375 mg / L siendo el valor máximo 220 mg / L y aceites y grasas de 318 mg / L siendo el valor máximo de 70, en cuanto a las muestras 2 ARI y 3 ARV según la comparación de los resultados tabla 8 y 9 con el anexo 4 se evidencia el cumplimiento de la calidad del agua.

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

En base a las coordenadas se definieron los tres puntos de muestreo de aguas residuales industriales, se escogieron por la ubicación y la facilidad de muestreo, la muestra 1 ARR coordenada de muestreo -2.140348644799737, -79.92951467528607; la muestras 2 ARI coordenada de muestreo -2.1113616180289827, -79.93332994733429, la muestra 3 ARV coordenada de muestreo -2.141954175234121, -79.93312147625961.

Se analizaron los parámetros fisicoquímico y Toxicológico de las aguas residuales, determinando que solo en la coordenada -2.141954175234121, -79.93312147625961 presentan variación de los límites máximos permisibles en los parámetros con un pH de 5.83, DBO de 533.3 mg / L, DQO de 952.5 mg / L, sólidos totales suspendidos de 375 mg / L y Aceites y grasas de 318 mg / L, lo que es un indicador en cuanto a la contaminación del agua. En referencia a los metales pesados, las muestras determinan que se encuentran dentro del rango establecido, comprobando que no posee ningún grado de toxicidad.

La muestra 1 ARR no cumple con la calidad de agua para que sean vertidas en el alcantarillado se evidencia en la tabla 7 en comparación con el anexo 4, en la muestra se determina un pH de 5.83 siendo los rangos 6 a 9, DBO de 533.3 mg / L siendo el limite 250 mg / L, DQO de 952.5 mg / L siendo el limite 500 mg / L, sólidos totales suspendidos de 375 mg / L siendo el valor máximo 220 mg / L y aceites y grasas de 318 mg / L siendo el valor máximo de 70, en cuanto a las muestras 2 ARI y 3 ARV según la comparación de los resultados tabla 8 y 9 con el anexo 4 se evidencia el cumplimiento de la calidad del agua.

Comparando los resultados obtenidos con la normativa ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente se expone que

En la muestra se determina un pH de 5.83 siendo los rangos 6 a 9, que puede causar reacciones químicas en el metabolismo celular, es necesario su regulación para la supervivencia y crecimiento e inclusive puede modificar el nivel de toxicidad, ya que una disminución en el pH puede aumentar la cantidad de mercurio soluble en el agua. (Labomersa, 2022).

Valor DBO de 533.3 mg / L siendo el limite 250 mg / L y DQO de 952.5 mg / L siendo el limite 500 mg / L, la Demanda Bioquímica de Oxígeno y la demanda Química de Oxígeno definen el grado de contaminación del agua residual, al encontrarse en un nivel superior incumple el nivel máximo permisible, en la DBO detecta el material orgánico degradado biológicamente o que es biodegradable, mientras que en la DQO busca la oxidación completa de la muestra, de manera que todo el material orgánico, biodegradable y no biodegradable, es químicamente oxidado, en el agua industrial tiene una relación parecida.

Se evidencia niveles altos de sólidos Totales Suspendidos de 375 mg / L siendo el valor máximo 220 mg / L, teniendo en cuenta la contaminación que puede provocar, no deben ser descargados directamente en el alcantarillado. Además, el exceso de aceites y grasas de 318 mg / L siendo el valor máximo de 70, que puede provocar la dificultad de transferencia de oxígeno al agua lo que provoca la proliferación de microorganismos filamentosos. (iAgua, 2017).

Analizando los valores de los metales pesados indican que están dentro de los valores máximos permisibles estipulados, por lo que no presentarían ningún efecto tóxico al consumo o el contacto de la misma.

5.2 Recomendaciones

Se debe realizar el muestreo siguiendo los lineamientos establecidos en la norma INEN 2169:98 en cuanto al uso de material de muestreo, condiciones y tiempos de almacenamiento para evitar alguna contaminación cruzada en la muestra o alteración de parámetros fisicoquímicos de la misma.

Se sugiere escoger otros métodos de tratamiento de agua debido a los altos valores de DBO y DQO, como procesos de coagulación y floculación se consigue desestabilizar las cargas orgánicas de la materia orgánica en suspensión a la vez que se forma pequeños flóculos de materia orgánica que son fácilmente filtrables o sedimentables, también la electrocoagulación u ozono para que optimice la calidad de agua y es muy efectivo en la oxidación de materia orgánica.

Se sugiere verificar de forma periódica los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales industriales debido que puede existir algún desvío dentro del tratamiento que se realiza a la misma. Y se debe establecer una regulación más estricta y seguimiento en cuanto a los desechos de las diferentes industrias por el ente regulador.

Se sugiere que, por la parte gubernamental o el ministerio del ambiente, se realice charlas a diferentes industrias sobre la concientización de la contaminación del agua y como puede esta repercutir a largo plazo.

Bibliografía

- Aconsa. (12 de 02 de 2021). Obtenido de Metales pesados: <https://aconsa-lab.com/metales-pesados-en-el-agua-potable/#:~:text=Son%20metales%20como%20el%20mercurio,ni%20a%20trav%C3%A9s%20del%20sudor.>
- Agencia nacional de Regulacion, control y vigilancia sanitaria. (09 de 2016). Obtenido de https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/05/Estrategia-Nacional-de-Calidad-del-Agua_2016-2030.pdf
- Aguilar Pesantes, A. D. (2017). *PROPUESTA Y ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA UNA EMPRESA DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*. ESPOL.FCNM. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/42512>
- Anna, L. M. (2016). *Caracterización analítica de las aguas pluviales y gestión de las aguas de tormenta en los sistemas de saneamiento*. Clavegueram de Barcelona, S.A. (CLABSA). Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://observatoriaigua.uib.es/repositori/suds_llopart.pdf
- Baque-Mite. (2016). *Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador*. Revista Ciencia Unemi, vol. 9, núm. 20,. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663826015.pdf>
- Baquerizo, M., Acuña, M., & Solis, M. (06 de 05 de 2019). Contaminación de los ríos: caso río Guayas y sus afluentes. *Revista de Investigación Científica Universidad Nacional de Tumbes, Perú*, 3-4. doi:10.17268/manglar.2019.009
- Cadavid, R. M. (2017). *Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano*. Universidad de Antioquia. Obtenido de <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Carlos, J. C. (2001). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS E INDUSTRIALES*. CATEDRA INTERNACIONAL. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/>

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39326350/TTO_AGUAS_RESIDUALES_UNAL-libre.pdf?1445384557=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTRATAMIENTO_DE_AGUAS_RESIDUALES_DOMESTIC.pdf&Expires=16745

Cruz Cajape, R. E. (2022). *Efectividad del tratamiento electroquímico en aguas residuales provenientes de una planta procesadora de plátanos y de una industria agroquímica en Guayaquil*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60198>

Cushcagua, C. A. (15 de 12 de 2017). *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO*. Obtenido de Determinación de la concentración de elementos: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7047/1/135154.pdf>

Cusiche, L., & Miranda, G. (08 de 2019). Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional 'Lago Junín', Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1433-1447. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n6/2007-0934-remexca-10-06-1433.pdf>

Fabara, D. (2019). *Alternativas de procesos de coagulación para el tratamiento de aguas residuales, Hospital Docente de Calderón, Ecuador*. REV. PERSPECTIVA 20. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://mail.upagu.edu.pe/files_ojs/journals/27/articles/651/submission/productionReady/651-133--1-11-20200207.pdf

Fernández, J. (31 de 08 de 2020). *Diagnostico, evaluación y planteamiento de mejora en la planta de aguas residuales*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana Ecuador: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21060/1/UPS-GT003418.pdf>

Flórez, N. (01 de 2018). *EMPRESA EXTRACTORA EL ROBLE S.A.S*. Obtenido de CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE AGUA RESIDUALES NO DOMÉSTICAS DE PLATA: <https://www.extractoraelroble.com/wp-content/uploads/2018/06/CARACTERIZACION-FISICOQUIMICA-DE-AGUA-RESIDUAL.pdf>

Francisco Javier Torrijo Echarri, X. V. (2016). *Mejora del terreno para la cimentación de una planta de tratamiento de aguas residuales en Guayaquil (Ecuador)*. Simposio Nacional de Ingeniería Geotécnica. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6459624>

- Gallo, J., Pabón, S., Benitez, R., & Gallo, J. (06 de 2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. *SCIELO*, 14(27). doi:<https://doi.org/10.31908/19098367.0001>
- Garrido Barraqueta, C. D. (2018). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales urbanas a escala de laboratorio*. bachelorThesis. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/22531>
- Gonzalez, R., & Cabrera, N. (2020). *Alternativas en Psicología*. Obtenido de Métodos de Investigación: Experimentales y Cualitativos: <https://www.alternativas.me/numeros/2-uncategorised/230-metodos-de-investigacion-experimentales-y-cualitativos>
- Guadarrama, R., Kido, J., & al, e. (04 de 06 de 2016). *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*. Obtenido de ECORFAN: https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num5/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N5_1.pdf
- H. Cabrera, M. G. (2014). *Proyecto de Desarrollo de Capacidades para el Uso Seguro de Aguas Servidas en Agricultura*. Producción de Aguas Servidas, Tratamiento y Uso en el Ecuador. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/378/mod_page/content/127/ECUADOR_producci%C3%B3n_de_aguas_servidas_tratamiento_y_uso.pdf
- Hebras Espinoza, Y. (2021). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES –CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES*. DDigital - UMSS. Obtenido de <http://hdl.handle.net/123456789/21421>
- Herrera, G. P. (10 de 2020). *Repositorio UG*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49929/1/TESIS_FINAL_GEOVANNY%20MACIAS%20HERRERA.pdf
- iAgua*. (2017). Obtenido de La importancia de la separación de aceites y grasas en el tratamiento del agua residual urbana: <https://www.iagua.es/noticias/teqma/importancia-separacion-aceites-y-grasas-tratamiento-agua-residual-urbana>
- Labomersa*. (2022). Obtenido de <https://labomersa.com/2021/09/14/por-que-es-importante-dqo-demanda-quimica-de-oxigeno-y-dbo-demanda-biologica-de-oxigeno-en-analisis-de->

- Pauta, G. (2019). *Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca*,. MASKANA, Vol. 10, No. 2, 76–88. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7345331>
- Peña, S., Mayorga, J., & Montoya, R. (2018). *Propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Yaguachi (Ecuador)*. Ciencia e Ingeniería, vol. 39, núm. 2. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://www.redalyc.org/journal/5075/507557606007/507557606007.pdf>
- Pérez, T. (2005). *Dinámica de las características físico-químicas de aguas de un sistema en el que convergen residuales pecuarios y urbanos*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017771012.pdf>
- Prato Moreno, J. G. (2021). *Metodologías para evaluar sistemas de tratamiento de aguas residuales en el Ecuador*. Riobamba Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7659/3/DESARROLLO%20DEL%20PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20DE%20JESSICA%20NASAMUES.pdf>
- Prato, J. (2021). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO*. Obtenido de METODOLOGÍAS PARA EVALUAR SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7659/3/DESARROLLO%20DEL%20PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20DE%20JESSICA%20NASAMUES.pdf>
- Prieto Méndez, J., González Ramírez, C. A., Román Gutiérrez, A. D., & Prieto García, F. (2016). *Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua*. Tropical and Subtropical Agroecosystems,. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://www.redalyc.org/pdf/939/93911243003.pdf>
- Renato Baque Mite, L. S. (2016). *Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador*. Revista Ciencia UNEMI,. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5774767>
- Rodriguez, A., & Perez, J. (07 de 2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*(82, 2017). doi:<https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>

Terán, C., Arguello, J., & Cando, C. (12 de 2022). Obtenido de Instituto nacional de estadísticas y censos: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2021/Agua_potable_alcantarrillado_2021/Boletin%20tecnico%20APA%202021_V3JA.pdf

Zaruma Arias, P., Proal Nájera, J., Chaires Hernández, I., & Salas Ayala, H. (20 de 06 de 2018). *REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/2216/1506>

Anexos

Anexo 1. Fotografías tomadas durante el muestreo



Anexo 2. Resultados de análisis fisicoquímicos



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 08 - 001.

Informe de Ensayo	
Orden N° 0141 - Muestra N° 2023 - 01353	
* Datos del Cliente	
Cliente:	Q.F. KENDY MERO ALCIVAR
Dirección:	HUANCAVILCA NORTE MZ. 2313 SOLAR. 39

Solicitado por: Q.F. KENDY MERO ALCIVAR		
Toma de Muestra realizada por: Cliente		
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:
10/02/2023	10/02/2023	23/02/2023

Datos de la Muestra	
Tipo: Agua Residual	Cantidad de Muestra Recibida: 4 botellas de 804.4 g aprox.
Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente	
* Identificación de la muestra: Agua Residual ARR 1	

Análisis Físico - Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultados de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	5.83	0.09 Unidades de pH	6 - 9	SM 23, 4500 H ⁺
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg / L	533.3	27 %	250	SM 23, 5210 B
Demanda Química de Oxígeno	mg / L	952.5	13 %	500	SM 23, 5220 D
Sólidos Totales Suspendedos	mg / L	375	16 %	220	SM 23, 2540 D
Sólidos Totales	mg / L	1049.5	8 %	1600	SM 23, 2540 B
Aceltes y Grasas *	mg / L	318	-----	70	SM 23, 5520 D
Turbidez *	NTU	21.35	-----	Sin requisito	SM 23, 2130 B
Nitrógeno Total *	mg / L	51.46	-----	60	SM 23, 4500 N _{ox} D
Sulfatos ^{II}	mg / L	110.6	-----	400	SM 23, 4500 SO ₄ ²⁻ E
Tensoactivos *	mg / L	1.53	-----	2.0	Spectroquant Nova 60 Método 77
Conductividad *	uS / cm	666	-----	Sin requisito	SM 23, 2510 B
Hierro *	mg / L	3.87	-----	25	SM 23, 3500 Fe B

Normativa: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.- Límites de Descargas al Sistema de Alcantarillado Público. Tabla # 8.

Declaración de Conformidad	
Regla de Decisión: La muestra se acepta como conforme con los requisitos si cumple con lo siguiente:	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Resultado + Incertidumbre de Medida están dentro del rango del requisito Resultado ± Incertidumbre de Medida ≤ Requisito </div>	
De acuerdo a los resultados reportados en el Informe, la muestra NO CUMPLE con los requisitos de Potencial de Hidrógeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Totales Suspendedos, Aceltes y Grasas de la normativa indicada.	

Durán, 01 de Marzo del 2023

RITA
SUSANA
LAZO LARA

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha: 2023.03.01
16:21:30 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

- a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió.
b) Los resultados de los ensayos están fuera del alcance de acreditación.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 08 - 001.

Informe de Ensayo					
Orden N° 0141 - Muestra N° 2023 - 01354					
*1 Datos del Cliente					
Cliente:	Q.F. KENDY MERO ALCIVAR				
Dirección:	HUANCAVILCA NORTE MZ. 2313 SOLAR. 39				
Solicitado por: Q.F. KENDY MERO ALCIVAR					
Toma de Muestra realizada por: Cliente					
Fecha de Recepción de Muestra:	10/02/2023	Inicio de Ensayo:	10/02/2023	Término de Ensayo:	23/02/2023
Datos de la Muestra					
Tipo:	Agua Residual				
Cantidad de Muestra Recibida:	4 botellas de 804.4 g aprox.				
Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente					
*1 Identificación de la muestra: Agua Residual ARI 2					
Análisis Físico - Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultados de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	7.40	0.19 Unidades de pH	6 - 9	SM 23, 4500 H*
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁵⁰	mg / L	5.56	-----	250	SM 23, 5210 B
Demanda Química de Oxígeno ⁵⁰	mg / L	26.44	-----	500	SM 23, 5220 D
Sólidos Totales Suspendidos ⁵⁰	mg / L	< 0.1	-----	220	SM 23, 2540 D
Sólidos Totales	mg / L	107	28 %	1600	SM 23, 2540 B
Aceites y Grasas *	mg / L	11	-----	70	SM 23, 5520 D
Turbidez *	NTU	1.56	-----	Sin requisito	SM 23, 2130 B
Nitrógeno Total *	mg / L	0.3	-----	60	SM 23, 4500 N _{org} D
Sulfatos	mg / L	21.78	14 %	400	SM 23, 4500 SO ₄ ²⁻ E
Tensoactivos *	mg / L	1.02	-----	2.0	Spectroquant Nova 60 Método 77
Conductividad *	uS / cm	138.6	-----	Sin requisito	SM 23, 2510 B
Hierro *	mg / L	0.37	-----	25	SM 23, 3500 F _s B
Normativa: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. - Límites de Descargas al Sistema de Alcantarillado Público. Tabla # 8.					
Declaración de Conformidad					
Regla de Decisión: La muestra se acepta como conforme con los requisitos si cumple con lo siguiente:					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Resultado + Incertidumbre de Medida están dentro del rango del requisito Resultado ± Incertidumbre de Medida ≤ Requisito </div>					
De acuerdo a los resultados reportados en el Informe, la muestra CUMPLE con los requisitos de la normativa indicada.					

Durán, 01 de Marzo del 2023

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado
digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha: 2023.03.01
16:33:02 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 08 - 001.

Informe de Ensayo	
Orden N° 0141 - Muestra N° 2023 - 01355 - M	
* Datos del Cliente	
Cliente:	Q.F. KENDY MERO ALCIVAR
Dirección:	HUANCAVILCA NORTE MZ. 2313 SOLAR. 39

Solicitado por: Q.F. KENDY MERO ALCIVAR		
Toma de Muestra realizada por: Cliente		
Fecha de Recepción de Muestra: 10/02/2023	Inicio de Ensayo: 10/02/2023	Término de Ensayo: 23/02/2023

Datos de la Muestra	
Tipo: Agua Residual	Cantidad de Muestra Recibida: 4 botellas de 804.4 g aprox.
Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente	
* Identificación de la muestra: Agua Residual ARV 3	

Análisis Físico - Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultados de U k = 2 0.19 Unidades de pH	Requisitos	Métodos de Referencia
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	7.31		6 - 9	SM 23, 4500 H*
Demanda Bioquímica de Oxígeno ^(b)	mg / L	5.22	-----	250	SM 23, 5210 B
Demanda Química de Oxígeno ^(b)	mg / L	25.37	-----	500	SM 23, 5220 D
Sólidos Totales Suspendidos ^(b)	mg / L	7.5	-----	220	SM 23, 2540 D
Sólidos Totales	mg / L	110.5	28 %	1600	SM 23, 2540 B
Aceites y Grasas *	mg / L	0.4	-----	70	SM 23, 5520 D
Turbidez *	NTU	1.63	-----	Sin requisito	SM 23, 2530 B
Nitrógeno Total *	mg / L	0.3	-----	60	SM 23, 4500 N _{tot} D
Sulfatos	mg / L	19.43	14 %	400	SM 23, 4500 SO ₄ ²⁻ E
Tensoactivos *	mg / L	1.17	-----	2.0	Spectroquant Nova 60 Método 77
Conductividad *	uS / cm	137.6	-----	Sin requisito	SM 23, 2510 B
Hierro *	mg / L	0.40	-----	25	SM 23, 3500 F ₁ , B

Normativa: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.- Límites de Descargas al Sistema de Alcantarillado Público. Tabla # 6.

Declaración de Conformidad
Regla de Decisión: La muestra se acepta como conforme con los requisitos si cumple con lo siguiente:

Resultado + Incertidumbre de Medida están dentro del rango del requisito
Resultado ± Incertidumbre de Medida ≤ Requisito

De acuerdo a los resultados reportados en el Informe, la muestra CUMPLE con los requisitos de la normativa indicada.

Durán, 06 de Marzo del 2023

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha: 2023.03.07
09:45:56 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

- a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información.
Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió.
b) Los resultados de los ensayos están fuera del alcance de acreditación.

Anexo 3. Resultados de análisis de metales pesados



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo					
Orden N° 0141 - Muestra N° 2023 - 01353 *) Datos del Cliente					
Cliente: Q.F. KENDY MERO ALCIVAR					
Dirección: HUANCABILCA NORTE MZ. 2313 SOLAR. 39					
Solicitado por: Q.F. KENDY MERO ALCIVAR					
Toma de Muestra realizada por: Cliente					
Fecha de Recepción de Muestra: 10/02/2023		Inicio de Ensayo: 14/02/2023		Término de Ensayo: 06/03/2023	
Datos de la Muestra					
Tipo: Agua Residual		Cantidad de Muestra Recibida: 4 botellas de 804.4 g aprox.			
Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente					
*) Identificación de la muestra: Agua Residual ARR 1					
Análisis Físico - Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultados de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
Arsénico ^{As}	mg / L	< 0.0072	---	0.1	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cadmio ^{Cd}	mg / L	0.0006	0.0001 mg / L	0.02	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cromo Hexavalente ^{Cr}	mg / L	0.320	0.045 mg / L	0.5	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Mercurio ^{Hg}	mg / L	< 0.0001	---	0.01	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Zinc ^{Zn}	mg / L	0.1042	0.0084 mg / L	10	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Fenoles ^{Ph}	mg / L	0.009	0.001 mg / L	Sin requisito	S.M. Ed. 23th 5530 C, 2017
Normativa: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.- Límites de Descargas al Sistema de Alcantarillado Público. Tabla # 8.					
Cumplimiento: La muestra ensayada cumple los requisitos de Arsénico, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio y Zinc de la normativa indicada.					

Durán, 10 de Marzo del 2023

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por RITA SUSANA LAZO LARA
Fecha: 2023.03.10 16:22:40 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo					
Orden N° 0141 - Muestra N° 2023 - 01354 *1 Datos del Cliente					
Cilente:	Q.F. KENDY MERO ALCIVAR				
Dirección:	HUANCAVILCA NORTE MZ. 2313 SOLAR. 39				
Solicitado por: Q.F. KENDY MERO ALCIVAR					
Toma de Muestra realizada por: Cliente					
Fecha de Recepción de Muestra:	10/02/2023	Inicio de Ensayo:	14/02/2023	Término de Ensayo:	06/03/2023
Datos de la Muestra					
Tipo:	Agua Residual				
Cantidad de Muestra Recibida:	4 botellas de 804.4 g aprox.				
Temperatura de Recepción de la Muestra:	Ambiente				
*1 Identificación de la muestra:	Agua Residual ARI 2				
Análisis Físico - Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultados de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
Arsénico ¹⁰	mg / L	< 0.0072	----	0.1	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cadmio ¹¹	mg / L	< 0.0001	----	0.02	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cromo Hexavalente ¹²	mg / L	0.274	0.001 mg / L	0.5	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Mercurio ¹³	mg / L	< 0.0001	----	0.01	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Zinc ¹⁴	mg / L	< 0.0119	----	10	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Fenoles ¹⁵	mg / L	0.008	0.001 mg / L	Sin requisito	S.M. Ed. 23th 5530 C, 2017
Normativa: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.- Límites de Descargas al Sistema de Alcantarillado Público. Tabla # 8.					
Cumplimiento: La muestra ensayada cumple los requisitos de Arsénico, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio y Zinc de la normativa indicada.					

Durán, 10 de Marzo del 2023

RITA
SUSAN
A LAZO
LARA
Firmado digitalmente por RITA SUSANA LAZO LARA
Fecha: 2023.03.10 16:23:07 -05'00'
Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

- a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. U = Incertidumbre.
b) Parámetros subcontratados acreditados. Laboratorio Ipsomary Servicios Ambientales / NP SAE LEN 10 - 012.
c) Parámetros subcontratados no acreditados. Laboratorio Ipsomary Servicios Ambientales / NP SAE LEN 10 - 012.
Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo					
Orden N° 0141 - Muestra N° 2023 - 01355 *1 Datos del Cliente					
Cliente: Q.F. KENDY MERO ALCIVAR					
Dirección: HUANCAYILCA NORTE MZ. 2313 SOLAR. 39					
Solicitado por: Q.F. KENDY MERO ALCIVAR					
Toma de Muestra realizada por: Cliente					
Fecha de Recepción de Muestra: 10/02/2023		Inicio de Ensayo: 14/02/2023		Término de Ensayo: 06/03/2023	
Datos de la Muestra					
Tipo: Agua Residual			Cantidad de Muestra Recibida: 4 botellas de 804.4 g aprox.		
Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente					
*1 Identificación de la muestra: Agua Residual ARV 3					
Análisis Físico - Químico					
Parámetros	Unidad	Resultados	Resultados de U k = 2	Requisitos	Métodos de Referencia
Arsénico ^{1a}	mg / L	< 0.0072	----	0.1	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cadmio ^{1a}	mg / L	0.0002	0.0001 mg / L	0.02	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Cromo Hexavalente ^{1a}	mg / L	0.421	0.001 mg / L	0.5	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Mercurio ^{1a}	mg / L	< 0.0001	----	0.01	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Zinc ^{1a}	mg / L	< 0.0119	----	10	S.M. Ed. 23th 3120 B, 2017
Fenoles ^{1a}	mg / L	0.009	0.001 mg / L	Sin requisito	S.M. Ed. 23th 5530 C, 2017
Normativa: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.- Límites de Descargas al Sistema de Alcantarillado Público. Tabla # 8.					
Cumplimiento: La muestra ensayada cumple los requisitos de Arsénico, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio y Zinc de la normativa indicada.					

Durán, 10 de Marzo del 2023

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA LAZO LARA
Fecha: 2023.03.10
16:23:41 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

- a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información.
Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. U = Incertidumbre.
b) Parámetros subcontratados acreditados. Laboratorio Ipsomary Servicios Ambientales / NP SAE LEN 10 - 012.
c) Parámetros subcontratados no acreditados. Laboratorio Ipsomary Servicios Ambientales / NP SAE LEN 10 - 012.
Este Informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Anexo 4. Tabla del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente

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

TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	50,0
Explosivos o inflamables.	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroforno	Extracto carbón cloroforno	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Didoroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjedah	N	mg/l	60,0
Organofosforados y carbamatos	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 45,0
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0