



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO –  
QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES  
DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO  
DEL CANTÓN SALINAS”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**KLEBER ANDRÉS GUARANDA PALMA**

**TUTOR:**

**ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR Mg.**

La Libertad, Ecuador

2021

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO –  
QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES  
DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO  
DEL CANTÓN SALINAS”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**KLEBER ANDRÉS GUARANDA PALMA**

**TUTOR:**

**ING. LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCIVAR Mg.**

La Libertad, Ecuador

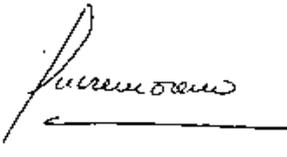
2021

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Jonny Raúl Villao Borbor, MSc.

**DIRECTOR DE CARRERA**

f. 

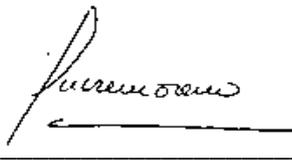
Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, Mg.

**DOCENTE TUTOR**

f. 

Ing. Richard Iván Ramírez Palma, Mg.

**DIRECTOR ESPECIALISTA**

f. 

Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, Mg.

**SECRETARIA DEL TRIBUNAL**

Dedico esta tesis a mi familia porque siempre estuvo apoyándome en cada momento de esta etapa, a mi Madrastra que siempre me mandó con el estómago lleno a la Universidad y me esperaba con un plato de comida, a mi papá que siempre me apoyó en todo y confió en mí,

A mi mamá que, a pesar de no tenerla cerca, siempre me dio fuerzas para seguir y no defraudarla.

Es un honor poder dedicarles este logro que con tanto esfuerzo me lo he ganado.

***Kleber Andrés Guaranda Palma***

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO



Facultad de  
Ciencias de la Ingeniería  
*Ingeniería Civil*

IP-docx: D126709391

La Libertad, 31 de enero del 2022

## CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DOCENTE UIC LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCIVAR-2021

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado **“EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”**, elaborado por el estudiante **KLEBER ANDRÉS GUARANDA PALMA** con C.I. 0923310502 respectivamente, egresado de la Carrera de Ingeniería civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio **URKUND**, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con **3%** de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

  
Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.

C.I.:0911164127

DOCENTE TUTOR

Archivo. CC.

Dirección: Campus matriz, La Libertad - prov. Santa Elena - Ecuador  
Código Postal: 240204 - Teléfono: (04) 2-781732  
[www.upse.edu.ec](http://www.upse.edu.ec)



## REPORTE DE SIMILITUD



### Document Information

Analyzed document	TESIS FINAL - KLEBER ANDRES GUARANDA PALMA docx (D126709391)
Submitted	2022-01-31T23:33:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	andresguaranda7@hotmail.com
Similarity	3%
Analysis address	Imoreno.upse@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

W	URL: <a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42621/1/BMAT-%20S044-%202019-%20Ing%20CIVIL%20-%20ARGUELLO%20JIMENEZ%20STALIN%20PATRICIO-%20TURRALDE%20COELLO%20DAVID%20ALEJANDRO.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42621/1/BMAT-%20S044-%202019-%20Ing%20CIVIL%20-%20ARGUELLO%20JIMENEZ%20STALIN%20PATRICIO-%20TURRALDE%20COELLO%20DAVID%20ALEJANDRO.pdf</a> Fetched: 2021-10-31T22:35:16.8970000	1
W	URL: <a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5967/1/UPSE-TIC-2021-0009.pdf">https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5967/1/UPSE-TIC-2021-0009.pdf</a> Fetched: 2021-11-03T00:36:21.0330000	6
W	URL: <a href="https://library.co/document/zx5mm6oq-evaluacion-contaminante-generado-vertimiento-residuales-municipalidad-provincial-yunguyo.html">https://library.co/document/zx5mm6oq-evaluacion-contaminante-generado-vertimiento-residuales-municipalidad-provincial-yunguyo.html</a> Fetched: 2021-08-24T16:10:49.0230000	1
W	URL: <a href="https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1299/html">https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1299/html</a> Fetched: 2021-05-01T19:16:14.3500000	2

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **KLEBER ANDRÉS GUARANDA PALMA**, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**, Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

f. Kleber Guaranda P.

**Kleber Andrés Guaranda Palma**

**Autor de Tesis**

**C.I. 0923310502**

# CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

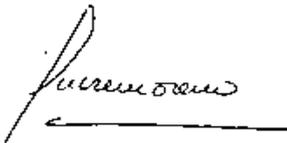
Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, Mg.

## TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “**EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS**”, previo a la obtención del Título de **INGENIERO CIVIL** elaborado por la el **Sr. KLEBER ANDRÉS GUARANDA PALMA**, egresado de la **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**, Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,



f. \_\_\_\_\_

**Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, Mg.**

**C.I. 0911164127**

**DOCENTE TUTOR**

# CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

*Certificación de Gramatólogo*

Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES

*Magíster En Diseño Y Evaluación*

*De Modelos Educativos*

La Libertad, enero 27 de 2022.

## Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de Ingeniero Civil de **GUARANDA PALMA KLEBER ANDRÉS**, cuyo tema es: “**EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS**” me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.

Lic. Alexi Herrera R, MSc.  
Docente de Español A: Literatura  
Cel: 0963143788  
e-mail: alexiherrerareyes@hotmail.com

# AGRADECIMIENTO

Agradezco A Dios por que me ha permitido culminar esta etapa de mi vida,

A mi tutora, Ing. Lucrecia Moreno por compartir sus conocimientos y permitirme realizar esta tesis, ya que me ha guiado, orientado y corregido mi trabajo de titulación sobrepasando todas mis expectativas como alumno.

A la carrera de Ingeniería Civil, que con sus docentes altamente preparados me han formado profesionalmente para un futuro competitivo.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, prestigiosa universidad que me permitió formarme en ella, conociendo grandes compañeros que fueron partícipes de este logro.

*Kleber Andrés Guaranda Palma*

# TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO .....</b>	<b>iv</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....</b>	<b>vi</b>
<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>vii</b>
<b>CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA.....</b>	<b>viii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>ix</b>
<b>tabla de CONTENIDO .....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvii</b>
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problema de Investigación .....	3
1.2. Antecedentes .....	4
1.3. Hipótesis .....	6
1.4. Objetivos .....	6
1.4.1. Objetivo General .....	6
1.4.2. Objetivos Específicos .....	6
1.5. Alcance .....	7
1.6. Variables.....	7
1.6.1. Variable dependiente .....	7
1.6.2. Variable Independiente.....	7
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Aguas Residuales .....	8
2.2. Características de las Aguas Residuales.....	9
2.2.1. Características Físicas .....	9
2.2.2. Características Químicas .....	10
2.2.3. Características Biológicas .....	10
2.3. Composición de las Aguas Residuales .....	11
2.4. Clasificación de las Aguas Residuales .....	12

2.4.1.	Aguas Residuales Domésticas.....	13
2.4.2.	Aguas Residuales Industriales.....	13
2.4.3.	Aguas Residuales Pluviales.....	14
2.5.	Tratamiento de Aguas Residuales .....	15
2.5.1.	Tratamiento Preliminar.....	16
2.5.2.	Tratamiento Primario .....	17
2.5.3.	Tratamiento Secundario .....	17
2.5.4.	Tratamiento Terciario.....	19
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA .....</b>		<b>20</b>
3.1.	Eficiencia del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	21
3.2.	Evaluación de las Descargas Finales (Sistema Lagunar 1 y Sistema Lagunar 2) del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Anconcito	22
3.3.	Determinación de los Tiempos de Retención Hidráulica de Lagunas de Estabilización .....	24
3.2.1.	Lagunas Facultativas .....	26
3.2.2.	Lagunas de Maduración .....	26
<b>CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>27</b>
4.1.	Resultados de la Eficiencia del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	27
4.2.	Resultados de la Evaluación a los Efluentes 1 y 2 del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Anconcito.....	30
4.2.1.	Aceites y Grasas .....	30
4.2.2.	Arsénico Total .....	31
4.2.3.	Aluminio.....	32
4.2.4.	Cianuro Total.....	32
4.2.5.	Cinc .....	33
4.2.6.	Cobre .....	34
4.2.7.	Cobalto .....	34
4.2.8.	Coliformes Fecales .....	35
4.2.9.	Color.....	36
4.2.10.	Cromo Hexavalente.....	36
4.2.11.	Compuestos Fenólicos.....	36

4.2.12.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) .....	37
4.2.13.	Demanda Química de Oxígeno (DQO) .....	38
4.2.14.	Hidrocarburos Totales de Petróleo .....	38
4.2.15.	Materia Flotante .....	39
4.2.16.	Mercurio Total .....	39
4.2.17.	Nitrógeno Total Kjeldahl .....	40
4.2.18.	Potencial de Hidrógeno .....	41
4.2.19.	Sólidos Suspendidos Totales (SST) .....	41
4.2.20.	Sulfuros .....	42
4.2.21.	Compuestos Organoclorados .....	43
4.2.22.	Compuestos Organofosforados .....	43
4.2.23.	Carbamatos .....	44
4.2.24.	Temperatura .....	44
4.2.25.	Tensoactivos .....	45
4.3.	Determinación del Tiempo de Retención Hidráulica .....	45
4.3.1.	Tiempo de Retención Hidráulica del Sistema Lagunar 1 .....	45
4.3.2.	Tiempo de Retención Hidráulica del Sistema Lagunar 2 .....	47
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>50</b>
5.1.	Conclusiones .....	50
5.2.	Recomendaciones .....	52
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>		<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>58</b>

# LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Composición de las aguas residuales domésticas.....	12
<b>Figura 2</b> Clasificación de las aguas residuales.....	14
<b>Figura 3</b> Tratamiento de aguas residuales.....	16
<b>Figura 4</b> Ubicación Geográfica del sistema de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Anconcito.....	25
<b>Figura 5</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Aceites y Grasas de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	31
<b>Figura 6</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Arsénico Total de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	31
<b>Figura 7</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Aluminio de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	32
<b>Figura 8</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cianuro Total de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	33
<b>Figura 9</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cinc de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	33
<b>Figura 10</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cobre de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	34
<b>Figura 11</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cobalto de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	35
<b>Figura 12</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Coliformes Fecales de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	35
<b>Figura 13</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cromo Hexavalente de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	36
<b>Figura 14</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Compuestos Fenólicos de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	37
<b>Figura 15</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de DBO5 de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	37
<b>Figura 16</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de DQO de los Sistemas Lagunares 1 y 2.....	38

<b>Figura 17</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Hidrocarburos Totales de Petróleo de los Sistemas Lagunares 1 y 2 .....	39
<b>Figura 18</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Mercurio Total de los Sistemas Lagunares 1 y 2 .....	40
<b>Figura 19</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020 de Nitrógeno Total Kjeldahl de los Sistemas Lagunares 1 y 2 .....	40
<b>Figura 20</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de pH de los Sistemas Lagunares 1 y 2 .....	41
<b>Figura 21</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de SST de los Sistemas Lagunares 1 y 2 .....	42
<b>Figura 22</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Sulfuros de los Sistemas Lagunares 1 y 2 .....	42
<b>Figura 23</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Compuestos Organoclorados de los Sistemas Lagunares 1 y 2 .....	43
<b>Figura 24</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Compuestos Organofosforados de los Sistemas Lagunares 1 y 2 .....	44
<b>Figura 25</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Temperatura de los Sistemas Lagunares 1 y 2 .....	44
<b>Figura 26</b> Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Tensoactivos de los efluentes 1 y 2 .....	45

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Objetivos del tratamiento preliminar .....	17
<b>Tabla 2</b> Porcentajes de Remoción .....	21
<b>Tabla 3</b> Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.....	23
<b>Tabla 4</b> Distribución de Caudales en l/s (dic 19 – dic 20) .....	25
<b>Tabla 5</b> Resultados de la media de la eficiencia de remoción de carga contaminante del sistema lagunar 1 del sistema de tratamiento de aguas residuales (Año de estudio: 2015 – 2020) .....	27
<b>Tabla 6</b> Resultados de la media de la eficiencia de remoción de carga contaminante del sistema lagunar 2 del sistema de tratamiento de aguas residuales (Año de estudio: 2015 – 2020) .....	29

# **“EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”**

**AUTOR:** KLEBER ANDRÉS GUARANDA PALMA

**TUTOR:** ING. LUCRECIA MORENO ALCÍVAR MG.

## **RESUMEN**

La presente investigación se basa en desarrollar una evaluación estadística a los parámetros físico – químico y biológico de los afluentes y efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Anconcito, mismo que desarrollo a través de un método estadístico de imputación a valores faltantes y mediante el software SPSS 25 se determinaron gráficas que mostraron los resultados de las dos descargas existentes de este sistema. Los siguientes parámetros no cumplen con la Tabla 10 de descarga a un cuerpo de agua marina del libro VI Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Cobre, Cobalto, Coliformes Fecales, Demanda Química de Oxígeno, Nitrógeno Total Kjeldahl, Sólidos Suspendidos Totales, Sulfuros y Tensoactivos. La eficiencia de remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno no cumple con lo expuesto en SENAGUA (2012), no obstante, el parámetro de Coliformes Fecales está próximo a cumplir con lo exigido en la normativa vigente de 99.9%, este valor se presentó con un porcentaje de 91%. Los tiempos de retención hidráulica cumplen a cabalidad en lagunas facultativas y en lagunas de maduración cumple en el sistema lagunar 1, más no en el sistema lagunar 2. Para obtener mejores eficiencias de remoción de la carga contaminante y descargas que cumplan los límites máximos permisibles se debe realizar la remoción del azolve de lagunas frecuentemente.

***PALABRAS CLAVE:*** Coliformes Fecales, DBO, DQO, SENAGUA (2012).

**“STATISTICAL EVALUATION OF THE PHYSICAL – CHEMICAL AND BIOLOGICAL PARAMETERS OF THE AFFLUENTS AND EFFLUENTS OF THE WASTEWATER TREATMENT SYSTEM OPERATED BY AGUAPEN E.P. OF THE ANCONCITO PARISH OF THE SALINAS CANTON”**

**AUTHOR:** KLEBER ANDRÉS GUARANDA PALMA

**TUTOR:** ING. LUCRECIA MORENO ALCÍVAR MG.

**ABSTRACT**

The present investigation is based on the development of a statistical evaluation of the parameters of effluent physico – chemical and biological and effluent of the treatment system of wastewater of the parish Anconcito, as well as the development through a statistical method of imputation to missing values and using the software SPSS 25 is determined charts that showed the results of the two downloads existing in this system. The following parameters do not meet Table 10 of discharge to a seawater body of book VI Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment: Copper, Cobalt, Fecal Coliforms, Chemical Oxygen Demand, Total Nitrogen Kjeldahl, Total Suspended Solids, Sulphides and Surfactants. The efficiency of elimination of Biochemical Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand does not comply with the provisions of SENAGUA (2012), however, the parameter of Fecal Coliforms is close to meeting the requirements of the current regulation of 99.9%, this value was presented with a percentage of 91%. The hydraulic retention times fully comply in facultative lagoons and in ripening lagoons it complies in lagoon system 1, but not in lagoon system 2. In order to obtain a better disposal efficiency of the pollutant load and discharges that meet the maximum permitted limits, the removal of azolve from the lagoons should be carried out frequently.

**KEY WORDS:** Fecal Coliforms, BOD, COD, SENAGUA (2012).

# CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El agua es considerada como uno de los elementos más importantes para la vida en el planeta, por ello Raffino (2019) refiere que es una sustancia líquida desprovista de olor sabor y color, de la misma manera Fernández Cirelli (2012) menciona que es esencial para la vida y para el desarrollo de las sociedades. Por otro lado, Sánchez & Rubio (2016) señalan que el agua es un recurso renovable que aporta en el crecimiento económico, sin embargo, es necesario tener en cuenta que a pesar de que sea renovable, la excesiva demanda a nivel mundial podría provocar su escasez.

Como indica Navarro (2004) un recurso que se hace cada vez más escaso es el agua, en un análisis Rivas & Aubrum (2015) manifiestan que de toda el agua dulce disponible, sólo un 10% se emplea para consumo domiciliario, un 25 % se utiliza en la actividad industrial y el 65% restante en la actividad agrícola, principalmente en el riego; por lo que al ser un elemento vital se debe incentivar a la sociedad para que tome conciencia sobre el uso y cuidado de este recurso.

Según Solsona et al. (2003) el agua tiene una estrecha relación con la vida humana por su utilidad, pero en la actualidad Rodríguez et al. (2010) enfatizan que se está convirtiendo en el principal problema mundial a corto y mediano plazo, de igual manera Garcés et al. (2004) refieren que la contaminación del agua es un hecho de gran importancia ya que los contaminantes pueden acumularse y transportarse tanto por las aguas superficiales como subterráneas para las cuales la fuente principal de daño son las aguas residuales municipales e industriales.

El agua es indispensable para realizar muchas actividades diarias, sin embargo, la mayor parte de las actividades que utilizan este elemento generan lo que se conoce como aguas residuales. Ravelo (2021) denomina a las aguas residuales como aquellas que han sido contaminadas por diversos usos, constituyen un residuo y comúnmente se les denomina aguas negras por el color que presentan, por otra parte Montoya (2017) las conceptualiza como residuos provenientes de actividades domésticas o de procesos industriales, los cuales debido a sus composiciones no pueden ser descargadas.

Rodríguez (2017) indica que se debe plantear la necesidad de realizar un tratamiento de las aguas residuales previo a su vertido para evitar el deterioro progresivo de los ecosistemas; Fernández (2021) por su parte menciona que este tratamiento debe ser capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, para evitar que su disposición cause los problemas antes mencionados.

Citando a Olmos (2003), el agua residual representa serios peligros para el ambiente y la salud al ser responsable de alterar la calidad de los cuerpos receptores, además Lara (2011) opina que la gran demanda de este recurso hídrico dan lugar a la contaminación de las aguas lo que lleva a optar medidas para recuperar las aguas residuales y darles un uso productivo en el desarrollo de la vida terrestre.

Baque et al. (2016) considera que los contaminantes del agua pueden provenir de una variedad de fuentes y que causan daño a la salud humana, es importante tener marcadores de contaminación del agua que sean indicativos de las fuentes. Además, tal como Barreto & Chica (2021) mencionan, la composición del agua residual varía con el clima, la situación económica, social y los hábitos de la población.

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad. Entre las principales características químicas se encuentran: la materia orgánica, la materia inorgánica y los gases disueltos. Las características biológicas incluyen los principales grupos de microorganismos presentes en las aguas residuales tanto aquellas que intervienen en los tratamientos biológicos como los organismos patógenos (Romero, 2004).

Los sistemas de tratamientos de agua residuales desempeñan un papel cada vez más importante en la sociedad, por ello como afirma Ramalho (2021) a medida que avanza el tiempo y con los diversos procesos industriales las aguas residuales son de diferente tipo, por lo que las aguas residuales requieren tratamientos más complejos, Díaz et al. (2012) también señalan que existen otras técnicas de tratamiento de aguas residuales a las que se les puede denominar alternativas, debido a que no son consideradas convencionalmente por los órganos de gobierno.

Rodríguez (2010) menciona que el objetivo de los tratamientos de aguas residuales es, en general, reducir la carga de contaminantes del vertido y convertirlo en inocuo para el ambiente. Así mismo no solo se debe tener en cuenta las consecuencias de un mal tratamiento de aguas residuales, sino también lo expuesto por Rojas (2002) acerca del diseño y manejo de las plantas de tratamiento, denominadas también PTAR que según Bejarano & Escobar (2015) son un conjunto de obras de infraestructura, diseñados hidráulica y sanitariamente para poder quitar la carga contaminante de las aguas residuales que provienen de una comunidad o institución determinada. Barriga & Durán (2014), manifiestan que, si estas aguas no se manejan adecuadamente, generan impactos ambientales adversos y diversos en el medio por lo que es muy importante cumplir con las exigencias de la normatividad.

El presente trabajo de titulación tiene gran importancia ya que por medio de él se busca conocer que calidad de agua es descargada al ecosistema marino. Además, esta investigación se desarrolla en 5 capítulos, el Capítulo I está referido en la introducción de la investigación a desarrollarse, el Capítulo II presenta el marco teórico, es decir el sustento bibliográfico de la investigación, el Capítulo III refiere la metodología que se empleará en la investigación, el Capítulo IV toma en cuenta al análisis estadístico y discusión de resultados presentes en la investigación, y finalmente, el Capítulo V establece las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## **1.1. Problema de Investigación**

Los sistemas de tratamientos de agua residuales desempeñan un papel cada vez más importante en la sociedad ya que al no tener un tratamiento eficiente y no cumplir con los parámetros necesarios los problemas para el ser humano y el medio ambiente serán cada vez peores, siendo la salud el problema más preocupante debido a que el hombre depende prácticamente del agua por lo que el agua contaminada causaría enfermedades como colera, disentería, tifoidea, etc.

Como indica Initiative (2015) en toda Latinoamérica menos del 20% del agua residual recibe un tratamiento adecuado, haciendo que esto sea un serio problema que requiere de una estrategia eficiente tanto tecnológica como económicamente. Analizar los

problemas de tratamiento de aguas y su manejo, es clasificar, de manera conjunta, los problemas existentes de la inadecuada descarga de aguas negras.

Según Cevallos & Zipa (2018) en el Ecuador, los gobiernos municipales en su mayoría optan por tratar las aguas residuales mediante lagunas de oxidación, este es el caso de la parroquia Anconcito que cuenta con un sistema de laguna para el tratamiento de las aguas residuales urbanas, mismo que debido al constante crecimiento poblacional ya no es el más adecuado para abastecer la alta carga de contaminantes presentes en el agua residual.

La contaminación del agua no solo afectaría a los humanos sino también al medio ambiente, provocando la desaparición de biodiversidad y de los ecosistemas acuáticos, por tal motivo se debe hacer conciencia para que los tratamiento de aguas residuales sean adecuados y los efluentes cumplan con todos los parámetros establecidos en el texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente y así preservar la calidad del agua una vez se produzca la descarga a un cuerpo de agua. La investigación se presenta con la siguiente interrogante: ¿La evaluación estadística realizada a los parámetros físico – químico y biológico denotan una poca o alta eficiencia de remoción de carga contaminante y los efluentes cumplen con la tabla 10. De (TULSMA, 2015) de descargas a un cuerpo de agua marina en descarga en zonas de rompientes?

## **1.2. Antecedentes**

Tchobanoglous (1985) expresa que a lo largo de la historia se ha evidenciado cómo han evolucionado los sistemas de saneamiento de acuerdo con planteamientos científicos fundamentados, hay referencias que desde la época de los romanos se realizaron los primeros sistemas de alcantarillado, donde al final del sistema se depositaban las aguas negras en los ríos o en el mar de forma directa, la red de cloacas estaba formada por galerías subterráneas en forma de bóvedas. Según Pineda (2015) con el avanzar del tiempo y la tecnología los sistemas de alcantarillado se han mejorado de manera significativa pero conservando siempre las mismas hipótesis de diseño que se emplearon en la antigüedad. Son muchos los sistemas de tratamiento de aguas residuales que se presentaron en la antigüedad debido a la inexistencia de estos.

En Ecuador, teniendo en cuenta a Da Ros (1995) en 1981 la población nacional servida con alcantarillado representaba el 47,3%; en 1990 la cobertura fue de 36,9%; Añazco (2013) indica que a través del ex INERHI, luego MIDUVI y Actualmente el Ministerio del Ambiente, se ha estado implementando soluciones básicas a los tratamientos de aguas negras domiciliarias e industriales, pero sin llegar a la cobertura real, teniendo un déficit de estos a nivel nacional por esto, hoy los municipios están exigiendo a las nuevas ciudadelas que tengan su propio tratamiento preliminar antes de conectarse a la red pública de alcantarillado de la ciudad.

De La Pared (2011) indica que la única compañía que brinda servicios de agua potable y tratamiento de aguas servidas en la provincia de Santa Elena es Aguapen S.A., estos sistemas de tratamiento de aguas residuales se dan mediante lagunas de estabilización, en la provincia son siete sistemas y están ubicados en Santa Elena, Ballenita, Punta Carnero, San Pablo, Ancón, Atahualpa y Anconcito.

Los primeros estudios de Alcantarillado Sanitario y Pluvial fueron desarrollados allá por el año 1973, ordenados por la I. Municipalidad de Salinas y elaborados por los ingenieros Alfredo Alvarado y Hugo Rivadeneira. Estos estudios, basados en la concepción típica de un alcantarillado convencional para ciudades costeras y tomando como base criterios de normas aplicadas por consultores americanos para la ciudad de Guayaquil, fueron en principio objetados por el entonces IEOS, por no ajustarse a las normas de diseño de ciudades de la sierra.

Según Aquino (2021), la parroquia Anconcito se ubica en el cantón Salinas, al sur oeste de la provincia de Santa Elena, tiene una extensión territorial aproximada de 9,74 km<sup>2</sup>, cuenta con una población de 11822 habitantes, esto indica que tiene una densidad de población de 1186,86 hab/km<sup>2</sup>. Convirtiéndose en la parroquia más pequeña en toda la provincia de Santa Elena representando un 0,26% y a nivel cantonal con un porcentaje territorial de 13,24%, expresa también que el alcantarillado sanitario en Anconcito se puso en funcionamiento en el año 2000. Tiene cobertura para el 30% para toda la población de la Provincia De Santa Elena esto comprende el área de los centros de las 3 cabeceras cantonales que la conforman.

### **1.3. Hipótesis**

A partir de la evaluación estadística del análisis físico – químico y biológico de los afluentes y efluentes del sistema lagunar, se identificaría el cumplimiento o incumplimiento de los límites permitidos en el libro VI TULSMA Acuerdo 097-A: Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes al Recurso Agua en la Tabla 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

### **1.4. Objetivos**

La investigación tiene como objetivo general y específicos lo siguiente:

#### ***1.4.1. Objetivo General***

Evaluar el sistema de tratamiento de aguas residuales en la parroquia Anconcito del Cantón Salinas mediante un análisis estadístico a los parámetros establecidos por la Tabla 10 de límites de descarga a un cuerpo de agua marina (Sección 3.2 de la Investigación) para comprobar su cumplimiento en lo expuesto por el LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A.

#### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- ✓ Recabar información a través de la empresa Aguapen EP acerca de los análisis físico – químico y biológico de los afluentes y efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Anconcito.
- ✓ Analizar la eficiencia de remoción de cargas contaminantes de los parámetros expuestos en la Tabla 10 de TULSMA (2015).
- ✓ Examinar el caudal de descarga de las aguas residuales de la planta de tratamiento de Anconcito, comparando esta con los parámetros de caracterización de aguas residuales del LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A en la Tabla 10 de límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

- ✓ Determinar los tiempos de retención hidráulica del sistema de tratamiento de aguas residuales.

## **1.5. Alcance**

El presente trabajo de titulación tiene gran importancia ya que por medio de él se busca conocer la calidad del agua que es descargada al ecosistema marino de la parroquia Anconcito. Además, esta investigación evaluará la eficiencia de remoción de cargas contaminantes y los tiempos de retención hidráulica del sistema con el fin de diagnosticar si cumple o no los parámetros exigidos por el libro VI TULSMA ACUERDO 097-A.

## **1.6. Variables**

### ***1.6.1. Variable dependiente***

Evaluación estadística por medio de la imputación de la media a valores faltantes de los parámetros físico - químico y biológico del sistema de tratamiento de aguas residuales.

### ***1.6.2. Variable Independiente***

Tabla 10 de Límites de Descarga a un cuerpo de Agua Marina del Libro VI TULSMA ACUERDO 097-A.

Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a mil habitantes.

# CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

## 2.1. Aguas Residuales

Como definición de agua residuales, Torres (2015) menciona que es el agua que no tiene valor inmediato para el fin en el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad al momento en que se dispone de ella. Por lo general estas aguas están constituidas por las aguas usadas y los sólidos que por uno u otro medio se introducen en las cloacas y son transportados mediante el sistema de alcantarillado.

Díaz et al. (2012) señalan que por aguas residuales se entiende a la acción y efecto en la que el hombre introduce materias contaminantes, formas de energía o inducir condiciones en el agua de modo directo o indirecto. Estas aguas provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias.

Las aguas residuales que provienen de fuentes como casas, instalaciones comerciales e industriales, y de lluvias viajan todas hasta la instalación de aguas residuales por medio de un sistema colector. Por otra parte, las que provienen del sistema municipal incluyen aguas residuales de viviendas y también humanas, provenientes de inodoros, sumideros de baños y otros drenajes (Belzona, 2010).

Las industrias, escuelas y negocios aportan químicos y otros desperdicios de los procesos de las fábricas, operaciones de servicios de comida, aeropuertos, centros comerciales, etc. El agua de lluvias, la más variable de estas tres fuentes, incluye agua de los drenajes de las calles, así como agua del subsuelo que entra a través de grietas hacia los drenajes.

De acuerdo con (Orozco, 2005), la mejor manera de mantener el agua en mejores condiciones, es el tratamiento de las aguas residuales. Las aguas residuales o servidas son aquellas que han sido usadas en la actividad doméstica o industrial. El tratamiento

debe estar dirigido a reducir la concentración del elemento contaminante que afecte los parámetros de calidad para el uso definido del agua.

## **2.2. Características de las Aguas Residuales**

Las aguas residuales presentan características físicas, químicas y biológicas.

### **2.2.1. Características Físicas**

Dentro de las características físicas de las aguas residuales se pueden mencionar las siguientes:

- a) **Temperatura.** Es un parámetro relevante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y la cinética de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35 °C (Ramos, 2003).
- b) **Color.** Este parámetro se refiere a la edad del agua residual, que puede ser determinada cualitativamente en función de su color y su olor. En el agua residual reciente se suele presentar un color grisáceo.
- c) **Olores.** Los olores son debidos a los gases que se liberan en el proceso de descomposición del material orgánico. Los olores de las aguas residuales son considerados una problemática de rechazo a la implantación de instalaciones de tratamiento de aguas residuales (Granja & Tapia, 2014).
- d) **Turbidez.** Este parámetro se emplea para determinar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. El método más empleado para determinar la turbidez del agua es la nefelometría (Báez, 2008).
- e) **Densidad.** Se define como una masa por unida de volumen, expresada en kg/m<sup>3</sup>. Es una característica física importante del agua residual, dado que

de ella depende la potencial formación de corrientes de densidad de fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento.

### ***2.2.2. Características Químicas***

Dentro de las características químicas de las aguas residuales se pueden mencionar las siguientes:

- a) **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).** Mide el oxígeno consumido por las bacterias mientras oxidan la materia orgánica. Una muestra de agua residual se diluye convenientemente con agua de dilución (agua destilada con una población mixta apropiada de microorganismos, y con una concentración a saturación de oxígeno disuelto (Metcalf et al. 1991).
  
- b) **Demanda Química de Oxígeno (DQO).** Es la cantidad de oxígeno disuelto consumido por una cantidad de agua residual durante la oxidación “por vía química” provocada por un agente químico fuertemente oxidante. Su determinación es más rápida que la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

La DQO mide tanto la materia orgánica biodegradable por los microorganismos, como la materia orgánica no biodegradable y la materia orgánica oxidable por un agente químico (Prieto, 2004).

- c) **Nitrógeno y Fósforo.** Estos parámetros son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutriente o bioestimuladores. No obstante, el N y F son, en la mayoría de los casos, los principales elementos nutritivos (Muñoz, 2005).

### ***2.2.3. Características Biológicas***

Dentro de las características biológicas de las aguas residuales se pueden mencionar las siguientes:

- a) **Bacterias.** Son microorganismos unicelulares, comúnmente sin color y constituyen la menor forma de vida capaz de sintetizar el protoplasma a partir de su ambiente. Los desórdenes intestinales son síntomas comunes de la mayoría de las enfermedades transmitidas por las bacterias patógenas transportadas por el agua.
  
- b) **Virus.** Estructuras biológicas inferiores de las cuales se conoce que contienen toda la información genética necesaria para su propia reproducción. Son parásitos obligados que requieren un huésped en donde alojarse. Los síntomas asociados con infecciones causadas por virus transportadas por el agua comúnmente involucran desordenes del sistema nervios, más que del tracto intestinal (Orozco, 2005).
  
- c) **Microorganismos Patógenos.** Se pueden encontrar en las aguas residuales domesticas e incluyen: bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Algunos de estos microorganismos son descargados al ambiente por portadores.

### 2.3. Composición de las Aguas Residuales

De Acuerdo con Rojas (2002) La composición de las aguas residuales es muy variable en razón de los diversos factores que lo afectan. Entre estos se tiene el consumo promedio de agua por habitante y por día que afecta su concentración (cantidad) y los hábitos alimenticios de la población que caracteriza su composición química (calidad).

En general, las aguas residuales contienen aproximadamente un 99.9% de agua y el resto está constituido por materia sólida. Los residuos sólidos están conformados por materia mineral y materia orgánica. La materia mineral proviene de los subproductos desechados durante la vida cotidiana y de la calidad de las aguas de abastecimiento. La materia orgánica proviene exclusivamente de la actividad humana y está compuesta por materia carbonácea, proteínas y grasas.

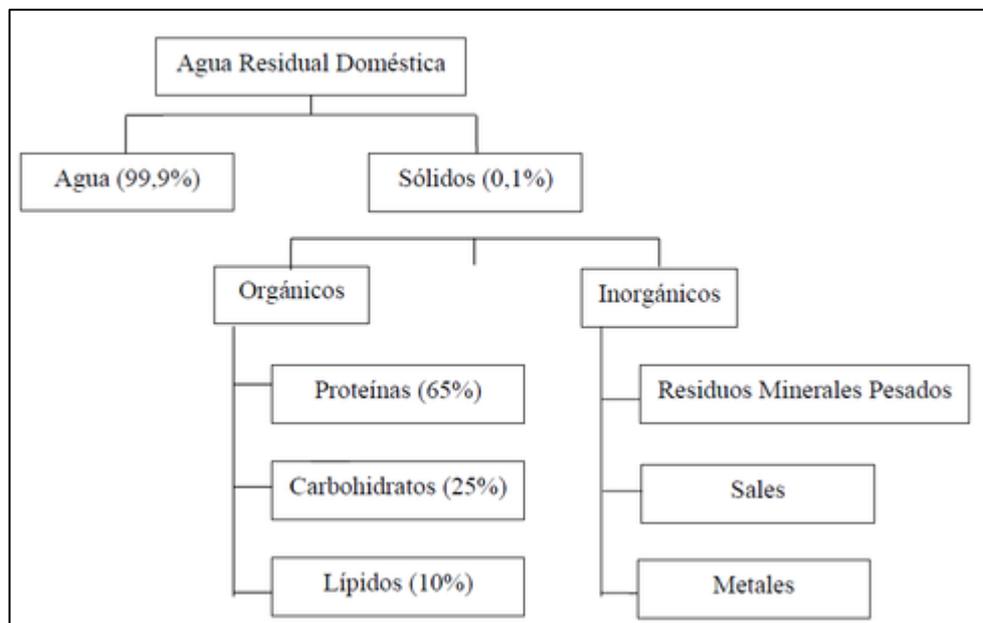
Como expresa Blum & de los Ángeles (2013) Dentro de la composición de las aguas residuales domésticas, tan sólo una pequeña fracción (0.1%) está establecido por

sólidos suspendidos, coloidales y disueltos. Sin embargo, los mayores problemas en el tratamiento de las aguas crudas son generados por este mínimo porcentaje. Existen parámetros que son necesarios conocer para analizar la calidad del agua, tales como la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos en suspensión y sedimentables.

Las aguas residuales típicas contienen además de gases disueltos y componentes biológicos: Agua Potable: 99,9%, Sólidos (por peso): 0,1% (disueltos, suspendidos), Gases Disueltos: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>; Componentes Biológicos: Bacterias, Micro y Macroorganismos y finalmente Virus.

### Figura 1

*Composición de las aguas residuales domésticas*



*Nota.* Tomado de Lara García (2010).

## 2.4. Clasificación de las Aguas Residuales

De acuerdo con Pavón Gaitán (2011), las aguas residuales dependiendo del origen o de la actividad que requiera del uso de este recurso, tendrán diferente clasificación (doméstica, industrial, urbana, lluvia, agrícola, entre otras) y de esta forma determinar de forma ágil y adecuada las características que pueden contener. A continuación, se mencionan las principales aguas residuales de acuerdo con la actividad.

### ***2.4.1. Aguas Residuales Domésticas***

Según Vera (2019) las aguas residuales son productos de las acciones y efectos en las que el hombre introduce materias contaminantes de modo directo o indirecto, implica alteraciones perjudiciales de su calidad con relación a los usos posteriores o con función ecológica, así mismo Metcalf et al. (1991) indica que es primordial para el diseño y operación de un sistema de alcantarillado, tratamiento y la posibilidad de una reutilización una vez que se ha realizado un tratamiento previo.

Se refiere a aguas residuales domesticas a aquellas aguas que son de origen residencial y comercial que contiene desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuesta adecuadamente (Delgadillo, 2010). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

Las aguas residuales domésticas pueden estar presentes bajo la forma de aceites minerales derivados de petróleo, debido a contribuciones no permitidas, de estaciones de servicio, por ejemplo, y son altamente indeseables, porque se adhieren a las tuberías, provocando su obstrucción. Las grasas no son deseables, ya que provocan mal olor, forman espuman, inhiben la vida de los microorganismos, provocan problemas de mantenimiento, etc. (Osorio & Hontoria, 2010).

### ***2.4.2. Aguas Residuales Industriales***

Con base en Raymond (2002), estas aguas provienen de cualquier taller o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de refrigeración. A continuación, se presenta la clasificación de las aguas residuales de origen industrial:

- a) **Líquidos Residuales.** Derivados de la fabricación de productos, principalmente disoluciones de productos químicos tales como los baños de curtido de pieles, las melazas de la producción de azúcar.

- b) **Aguas Residuales de Procesos.** Originadas en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa; y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales.
  
- c) **Aguas de Refrigeración Indirecta.** No entran en contacto con los productos y por tanto la única contaminación que arrastran es su temperatura.

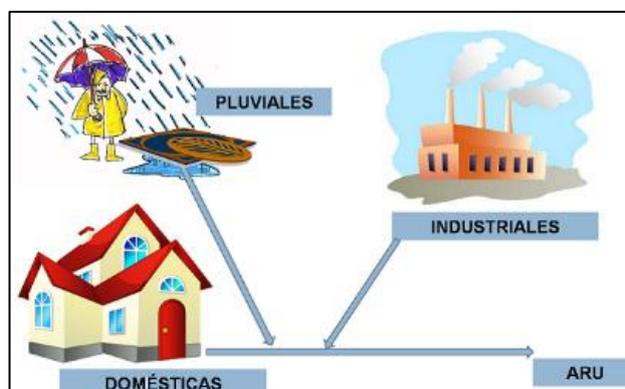
### 2.4.3. Aguas Residuales Pluviales

Desde la posición de Rosales et al. (2015), estas aguas son las escorrentías producto de la precipitación. Parte de esta agua es drenada y otra se escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo. Los vertidos residuales arrastran compuestos con los que las aguas han estado en contacto.

Los efectos que puede tener esta agua pueden ser devastadores o, por el contrario, pudiesen llegar a ser enriquecedores y ello dependerá en gran medida del control que se tenga sobre ella en la etapa de captación durante la precipitación. El riesgo de inundaciones en las zonas urbanas provocado por la urbanización y el cambio climático significan un problema para el ciudadano y la comunidad.

#### Figura 2

*Clasificación de las aguas residuales*



Nota. Tomado de <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/tratamiento-aguas-comprimidos-facil-asimilacion-i>

## **2.5. Tratamiento de Aguas Residuales**

Actualmente el ingeniero Civil en su rama de sanitaria se encuentra en un franco proceso de desarrollo en el que antiguas ideas vuelven a valorarse y se formulan nuevos conceptos como la implementación de sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento, estos son factores importantes en la conservación del bienestar de los pueblos y que en mayor grado disfrutan los países desarrollados.

En lo que compete a saneamiento y específicamente al tratamiento de aguas residuales, el agua recolectada de los pueblos y ciudades debe devolverse al medio ambiente en condiciones tales que no la deteriore. Durante las últimas décadas de este siglo, el mundo ha venido observando con inquietud una serie de problemas relacionados con la disposición de desechos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial.

Muchas veces las masas receptoras de estos desechos líquidos son incapaces de absorber y neutralizar la carga contaminante. Por este motivo, las aguas residuales antes de su descarga a los cursos y cuerpos receptores deben recibir algún tipo de tratamiento que modifique sus condiciones iniciales (Rojas, 2002).

El tratamiento de las aguas residuales según Bejarano et al. (2018) el grado de tratamiento requerido para eliminación de materia orgánica en un agua residual depende de los límites de vertido para el afluente existente.

Según Falconi (2012) Toda agua servida o residual debe ser tratada tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente. Antes de tratar cualquier agua servida debemos conocer su composición. Esto es lo que se llama caracterización del agua. Permite conocer qué elementos químicos y biológicos están presentes y da la información necesaria para diseñar una planta de tratamiento apropiada a lo que se está produciendo.

En el tratamiento de aguas residuales se pueden diferenciar hasta cuatro fases que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos:

- a) Tratamiento preliminar o pretratamiento
- b) Tratamiento primario
- c) Tratamiento secundario
- d) Tratamiento terciario

**Figura 3**

*Tratamiento de aguas residuales*



Nota. Tomado de <https://www.elagoradiario.com/agorapedia/que-es-estacion-depuradora-agua-residuales-edar/>

### **2.5.1. Tratamiento Preliminar**

El tratamiento preliminar, des de la posición de Rojas (2002) Está destinado a la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales con el objetivo específico de proteger las instalaciones, el funcionamiento de las obras de tratamiento y eliminar o reducir sensiblemente las condiciones indeseables relacionadas principalmente con la apariencia estética de las plantas de tratamiento. Los objetivos de tratamiento de las unidades preliminares se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1***Objetivos del tratamiento preliminar*

<b>PROCESO</b>	<b>OBJETIVO</b>
Rejas o tamices	Eliminación de sólidos gruesos
Trituradores	Desmenuzamiento de sólidos
Desarenadores	Eliminación de arenas y gravilla
Desengrasadores	Eliminación de aceites y grasas
Preaeración	Control de olor y mejoramiento del comportamiento hidráulico

### ***2.5.2. Tratamiento Primario***

Rojas (2002) afirma que tiene como objetivo la remoción por medios físicos o mecánicos de una parte sustancial del material sedimentable o flotante. Es decir, el tratamiento primario es capaz de remover no solamente la materia que incomoda, sino también una fracción importante de la carga orgánica y que puede representar entre el 25% y el 40% de la DBO y entre el 50% y el 65% de los sólidos suspendidos. Entre los tipos de tratamiento primario tenemos los siguientes:

- ✓ Sedimentación primaria
- ✓ Flotación
- ✓ Precipitación química
- ✓ Filtros gruesos
- ✓ Oxidación química
- ✓ Coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

### ***2.5.3. Tratamiento Secundario***

Rojas (2002) Argumenta que la reducción de los compuestos orgánicos presente en el agua residual, acondicionada previamente mediante tratamiento primario, se realiza exclusivamente por procesos biológicos. Este proceso reduce o convierte la materia orgánica finamente dividida y/o disuelta, en sólidos sedimentables floculantes que puedan ser separados por sedimentación en tanques de decantación. Los procesos biológicos más utilizados son los lodos activados y filtros percoladores.

Son muchas las modificaciones de estos procesos que se utilizan para hacer frente a los requerimientos específicos de cada tratamiento. Asimismo, dentro de este grupo se incluyen a las lagunas de estabilización y aireadas, así como el tratamiento biológico empleando oxígeno puro y el tratamiento anaeróbico. Los tratamientos biológicos de esta categoría tienen una eficiencia remocional de la DBO entre el 85% al 95% , y están compuestos por los siguientes:

A. Filtración biológica:

- Baja capacidad (filtros clásicos).
- Alta capacidad:
  - Filtros comunes.
  - Biofiltros.
  - Aero-filtros.
  - Accelo-filtros

B. Lodos activados:

- Convencional.
- Alta capacidad.
- Contacto estabilización.
- Aeración prolongada.

C. Lagunas:

- Estabilización:
  - Aerobia
  - Facultativa
  - Maduración.
- Aireada:
  - Mezcla completa.
  - Aireada facultativa.
  - Facultativa con aeración mecánica.
  - Difusión de aire.

D. Otros:

- Anaeróbicos:
  - Contacto
  - Filtro anaerobio

- Reactor anaeróbico de flujo ascendente.
- Oxígeno puro:
  - Unox / linde.
- Discos rotatorios.

#### ***2.5.4. Tratamiento Terciario***

Rojas (2002) menciona que tiene como objetivo complementar los procesos anteriormente indicados para lograr efluentes más puros, con menor carga contaminante y que pueda ser utilizado para diferentes usos como recarga de acuíferos, recreación, agua industrial, etc. las sustancias o compuestos comúnmente removidos son:

- ✓ Fosfatos y nitratos.
- ✓ Huevos y quistes de parásitos.
- ✓ Sustancias tenso activas.
- ✓ Algas.
- ✓ Bacterias y virus (desinfección).
- ✓ Radionúclidos.
- ✓ Sólidos totales y disueltos.
- ✓ Temperatura

Los procesos de tratamiento terciario o avanzado están concedidos por procesos físicos, químicos y biológicos.

## CAPITULO III: METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la presente investigación se considera aplicar un análisis estadístico mediante el método de imputación de sustitución por la media o promedio aplicada a valores faltantes, puesto que la empresa reguladora que maneja el sistema lagunar no cuenta con toda la información necesaria para llevar a cabo de una manera específica y correcta la evaluación estadística a los parámetros de análisis físico – químico y biológico de los Afluentes y Efluentes.

Tal como mencionan Useche & Mesa (2006), mediante la imputación se puede obtener una base de datos completa, la cual permitirá llevar a cabo metodologías de análisis de datos comunes y el uso de software tradicionales para su manejo. Los métodos de imputación consisten en estimar los valores ausentes en base a los valores válidos de otras variables y/o casos de la muestra. La estimación se puede realizar a partir de la información del conjunto completo de variables o bien de algunas variables especialmente seleccionadas.

Una técnica de imputación es la sustitución por la media, misma que llena el vacío del dato faltante en caso de variables cuantitativas, se entiende por media al promedio que se da entre los valores presentes. Su ventaja es la facilidad de la aplicación del método, este método además proporciona estimaciones insesgadas para la media, pero sólo en el caso de un mecanismo de respuesta uniforme (Muñoz & Álvarez, 2009).

La ausencia de valores refiere utilizar este método empleado en los Afluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales, en el año 2015 se reemplazaron los datos ausentes por la media o promedio de valores existentes (Ver Anexo 1); de la misma manera en el año 2016 se realiza la misma sustitución a valores ausentes (Ver Anexo 2), sin embargo, la empresa encargada de las lagunas de estabilización AGUAPEN EP no cuenta con los registros de análisis físico – químico y biológico de los Afluentes correspondientes a los años 2017, 2018, 2019 y 2020. Para obtener valoraciones de los años en donde se no se registraron valores, se realiza el método ya mencionado, tal como se muestra en el Anexo 3.

El sistema lagunar en estudio consta de dos efluentes y al igual que en las valoraciones de afluentes se presenta la ausencia de datos, pero la empresa reguladora esta vez sí cuenta con gran parte de información de las valoraciones de efluentes correspondientes a los años 2015 al 2020, de la misma manera se aplicó la sustitución por la media a los efluentes 1 y 2 (Ver Anexos 4 – 15). Los Anexos 16 y 17 muestran el resumen por año (2015 – 2020) de las valoraciones de los parámetros de análisis físico – químico y biológico del sistema de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Anconcito.

Efectuado el método de imputación por sustitución de la media se desarrolla la investigación en tres fases:

### 3.1. Eficiencia del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Para evaluar la eficiencia del sistema, se toma en cuenta la fórmula mencionada por (Romero Rojas 2004):

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$$

**Donde:**

**E:** Eficiencia de remoción del sistema, o de uno de sus componentes (%).

**S:** Carga contaminante de salida o también llamada como Efluente (mg/l).

**S<sub>0</sub>:** Carga contaminante de entrada o también llamada como Afluente (mg/l).

Evaluada la eficiencia de remoción, se procede a comparar los parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) con la normativa de (Secretaria Nacional del Agua, 2012), y Coliformes Fecales con (TULSMA, 2015). La tabla 2 muestra los porcentajes de remoción en su carga contaminante respecto a cada normativa y parámetro:

**Tabla 2**

*Porcentajes de Remoción*

PROCESO	OBJETIVO
(Secretaria Nacional del Agua, 2012),	DBO5 y DQO remoción del 70 al 85%.
(TULSMA, 2015)	Coliformes Fecales remoción del 99.9%.

### **3.2. Evaluación de las Descargas Finales (Sistema Lagunar 1 y Sistema Lagunar 2) del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Anconcito**

Las dos descargas finales del sistema de tratamiento de aguas residuales de la Parroquia Anconcito se evalúan mediante el análisis de los datos y gráficas obtenidas del programa SPSS versión 25.0, mismo software utilizado para realizar la captura y análisis de datos para crear tablas y gráficas con data compleja. Este es conocido por su capacidad de gestionar grandes volúmenes de datos y es capaz de llevar a cabo análisis de texto entre otros formatos más.

Souto (2021) menciona que SPSS proporciona a los investigadores herramientas que permiten consultar datos y formular hipótesis de forma rápida, ejecutar procedimientos para aclarar las relaciones entre variables, identificar tendencias y realizar predicciones. También, permite realizar hojas de cálculos, gestiona bases de datos para procesarlos de modo dinámico y, aspecto muy interesante, realizar informes personalizados.

El programa SPSS versión es usado para graficar las medias de las valoraciones de los efluentes 1 y 2 correspondientes a los años 2015 – 2020 del sistema de tratamiento de aguas residuales, mismos que son comparados con la Tabla 10 de TULSMA (2015) de Límites de descarga a un cuerpo de agua marina que se presentan en la Tabla 3.

La Tabla 10. De TULSMA (2015) denota lo siguiente: se prohíbe la descarga de aguas residuales domesticas e industriales a cuerpos de agua salobre y marina, sujetos a la influencia de flujo y reflujos de mareas. Todas las descargas a cuerpos de agua estuarinos, sin excepción, deberán ser interceptadas para tratamiento y descarga de conformidad con las disposiciones de esta norma. Las Municipalidades deberán incluir en sus planes maestros o similares, las consideraciones para el control de la contaminación de este tipo de cuerpos receptores, por efecto de la escorrentía pluvial urbana. Las descargas de efluentes a cuerpos de agua marina se efectuarán teniendo en cuenta la capacidad de asimilación del medio receptor y de acuerdo al uso del recurso que se haya fijado para cada zona en particular.

**Tabla 3***Límites de descarga a un cuerpo de agua marina*

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permissible	
			A) Descargas en zona de Rompientes	B) Descargas mediante emisarios submarinos
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30.0	30.0
Arsénico total	As	mg/l	0.5	0.5
Aluminio	Al	mg/l	5.0	5.0
Cianuro total	CN	mg/l	0.2	0.2
Cinc	Zn	mg/l	10.0	10.0
Cobre	Cu	mg/l	1.0	1.0
Cobalto	Co	mg/l	0.5	0.5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000	2000
Color	Color verdadero	Unidades de color	*inapreciable en dilución: 1/20	*inapreciable en dilución: 1/20
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0.5	0.5
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0.2	0.2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20.0	20.0
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0.01	0.01
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40.0	40.0
Potencial de Hidrógeno	pH	-	6-9	6-9
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	250	250
Sulfuros	S	mg/l	0.5	0.5
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50.0	50.0
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100.0	100.0
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0.25	0.25
Temperatura	°C	-	<35	<35
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0.5	0.5

*Nota.* Tomado de TULSMA (2015).

### 3.3. Determinación de los Tiempos de Retención Hidráulica de Lagunas de Estabilización

El tiempo de retención está relacionado con la actividad que realizan las bacterias, por lo tanto, se define como el tiempo necesario para que los microorganismos realicen la estabilización de la materia orgánica que se encuentra en la laguna de estabilización. Este cambia dependiendo de las condiciones climáticas, variando entre 5 y 30 días de acuerdo con la temperatura de la zona, siendo el tiempo menor en lugares donde la temperatura del agua es mayor, ya que se logra reducir el área de la laguna (Alcívar & Alvia, 2019).

Según Balaguer (2012), El TRH se define como el cociente entre volumen total de reacción y el caudal a tratar, se emplea la siguiente fórmula:

$$TRH = \frac{V_T}{Q}$$

**Donde:**

**TRH:** Tiempo de retención hidráulica (día).

**VT:** Volumen total de agua residual en el tratamiento (m<sup>3</sup>).

**Q:** Caudal (m<sup>3</sup>/día).

Para determinar el volumen total de agua residual se efectúa la siguiente fórmula, estos resultados se acogen a los resultados de la batimetría que se observa en el Anexo 20.

$$V_T = V_{almacenamiento\ total} - V_{azolvamiento}$$

**Donde:**

**$V_{almacenamiento\ total}$ :** Volumen de almacenamiento total de la laguna (m<sup>3</sup>)

**$V_{azolvamiento}$ :** Volumen total de azolve de la laguna (m<sup>3</sup>)

- El caudal de aguas residuales se determina por el promedio del periodo de estudio (diciembre 2019 a diciembre 2020) respecto a los dos sistemas lagunares existentes en el sistema de tratamiento de Anconcito, tal como se muestra en la Tabla 4:

**Tabla 4**

*Distribución de Caudales en l/s (dic 19 – dic 20)*

MES	Dic -19	Ene -20	Feb -20	Mar -20	Abr -20	My -20	Jun -20	Jul- 20	Ago -20	Sep -20	Oct -20	Nov -20	Dic -20
<b>Q1 (l/s)</b>	4,36	5,74	12,14	12,14	12,14	12,14	8,83	19,97	15,90	8,83	8,71	3,11	4,34
<b>Q2 (l/s)</b>	4,36	3,12	1,10	1,10	1,10	12,14	12,34	3,10	1,10	5,74	3,10	4,34	4,34

*Nota.* Datos proporcionados por la empresa AGUAPEN E.P.

El sistema de tratamiento de aguas residuales de la Parroquia Anconcito, cuenta con un sistema lagunar conformado por dos lagunas facultativas y dos lagunas de maduración (ver figura 4).

**Figura 4**

*Ubicación Geográfica del sistema de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Anconcito*



*Nota.* Tomado de Google Earth.

### ***3.2.1. Lagunas Facultativas***

La principal característica es el comensalismo entre algas y bacterias en el estrato superior y la descomposición anaeróbica de los sólidos sedimentados en el fondo. Su ubicación como laguna primaria única (caso de climas fríos en los cuales la carga de diseño es tan baja que permite una adecuada remoción de bacterias) o seguida de una laguna secundaria y/o terciaria (normalmente referida como laguna de maduración) (Secretaría Nacional del Agua, 2012).

Para evitar el crecimiento de plantas acuáticas con raíces en el fondo, la profundidad de las lagunas debe estar por encima de 1.2 m. La profundidad varía entre 1.5 y 2.5 m, la profundidad mínima recomendada es de 1.5 m. El tiempo de retención hidráulica varía entre 5 a 30 días.

### ***3.2.2. Lagunas de Maduración***

Este tipo de laguna tiene como objetivo fundamental la eliminación de bacterias patógenas. Además de su efecto desinfectante, las lagunas de maduración cumplen otros objetivos, como son la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado (Secretaría Nacional del Agua, 2012).

Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempo de retención de 5 a 10 días cada una, mínimo 5 días cuando se usa una sola y profundidades de 1 a 1.5 metros.

## CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados de la Eficiencia del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Procesados los datos recabados e imputados por el método de sustitución de la media mencionado en la sección 3.1, se procedió a encontrar la eficiencia de remoción de carga contaminante respecto al sistema lagunar 1, mismos que se muestran en la tabla 4 donde se encuentra la media de la eficiencia en porcentaje correspondientes a los años 2015 – 2020, los valores de la media por cada año de estudio se muestran en el anexo 18.

**Tabla 5**

*Resultados de la media de la eficiencia de remoción de carga contaminante del sistema lagunar 1 del sistema de tratamiento de aguas residuales (Año de estudio: 2015 – 2020)*

Parámetro	Expresado como	Unidad	Eficiencia % (2015 – 2020)
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	<b>-18%</b>
Arsénico total	As	mg/l	<b>98%</b>
Aluminio	Al	mg/l	<b>31%</b>
Cianuro total	CN	mg/l	<b>-269%</b>
Cinc	Zn	mg/l	<b>-16%</b>
Cobre	Cu	mg/l	<b>65%</b>
Cobalto	Co	mg/l	<b>15%</b>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	<b>87%</b>
Color	Color verdadero	Unidades de Color	<b>Inapreciable</b>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	<b>77%</b>
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	<b>-</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	<b>36%</b>

Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<b>56%</b>
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	-
Materia Flotante	Visibles	-	<b>Ausencia</b>
Mercurio total	Hg	mg/l	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	*
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	<b>48%</b>
Sulfuros	S	mg/l	<b>45%</b>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	-
Temperatura	°C	-	*
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	<b>75%</b>

*Nota:* \*El pH y la Temperatura no tienen unidad de medida; \*No existen valoraciones (-).

Referente a las normativas expuestas en la sección 3.1, la eficiencia de remoción de la carga contaminante de la DBO<sub>5</sub> se presenta con un porcentaje de **36%**, valor que comparado con SENAGUA (2012) no cumple a lo establecido puesto que esta normativa exige una remoción entre 70 al 85%. El valor denota que el sistema no es el óptimo para tratar aguas residuales.

La eficiencia de la DQO se presenta con un porcentaje de **56%**, valor que comparado con SENAGUA (2012) no cumple a lo establecido puesto que se exige remoción del 70 al 85% de la carga contaminante, es decir, está próximo a cumplir lo regulado. La valoración de los Coliformes Fecales se presenta con un porcentaje de 87%, valor que comparado con TULSMA (2015) no cumple a lo establecido debido a la exigencia de una remoción del 99.9% de este parámetro, sin embargo, es una valoración alta. Finalmente, los valores negativos de eficiencias demuestran un mal tratamiento en el sistema.

La Tabla 5 muestra la media de la eficiencia de remoción de carga contaminante en porcentaje correspondientes a los años 2015 – 2020 respecto al efluente 2, los valores de la media por cada año de estudio se muestran en el anexo 19.

**Tabla 6**

*Resultados de la media de la eficiencia de remoción de carga contaminante del sistema lagunar 2 del sistema de tratamiento de aguas residuales (Año de estudio: 2015 – 2020)*

<b>Parámetro</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Eficiencia % (2015 – 2020)</b>
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	<b>16%</b>
Arsénico total	As	mg/l	<b>98%</b>
Aluminio	Al	mg/l	<b>8%</b>
Cianuro total	CN	mg/l	<b>-245%</b>
Cinc	Zn	mg/l	<b>-105%</b>
Cobre	Cu	mg/l	<b>-1186%</b>
Cobalto	Co	mg/l	<b>25%</b>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	<b>91%</b>
Color	Color verdadero	Unidades de Color	<b>Inapreciable</b>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	<b>87%</b>
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	<b>45%</b>
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<b>53%</b>
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	-
Materia Flotante	Visibles	-	<b>Ausencia</b>
Mercurio total	Hg	mg/l	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	*
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	<b>46%</b>
Sulfuros	S	mg/l	<b>72%</b>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	-
Temperatura	°C	-	*
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	<b>66%</b>

*Nota: \*El pH y la Temperatura no tienen unidad de medida; \*No existen valoraciones (-).*

Referente a las normativas expuestas en la sección 3.1, la eficiencia de remoción de la carga contaminante de la DBO<sub>5</sub> se presenta con un porcentaje de **45%**, valor que comparado con SENAGUA (2012) no cumple a lo establecido puesto que esta normativa exige una remoción entre 70 al 85%. El valor denota que el sistema no es el óptimo para tratar aguas residuales.

La eficiencia de la DQO se presenta con un porcentaje de **53%**, valor que comparado con SENAGUA (2012) no cumple a lo establecido puesto que se exige remoción del 70 al 85% de la carga contaminante, es decir, está próximo a cumplir lo regulado. La valoración de los Coliformes Fecales se presenta con un porcentaje de **91%**, valor que comparado con TULSMA (2015) no cumple a lo establecido debido a la exigencia de una remoción del 99.9% de este parámetro, sin embargo, es una valoración alta. Finalmente, los valores negativos de eficiencias demuestran un mal tratamiento en el sistema.

## **4.2. Resultados de la Evaluación a los Efluentes 1 y 2 del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Anconcito**

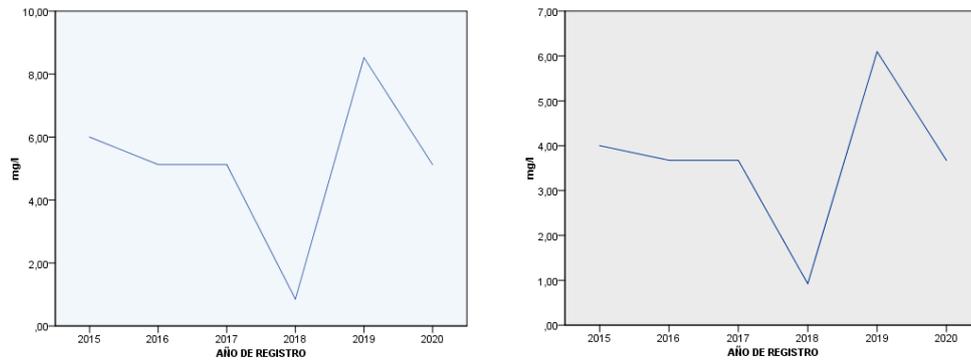
Evaluados los datos en el software SPSS, se determina las gráficas de los parámetros de análisis físico – químico y biológico, mismos que son comparados con la Tabla 10 de TULSMA (2015) de Límites de descarga a un cuerpo de agua marina en (B) Descargas mediante emisarios submarinos. A continuación, en las graficas se presenta la media de los años evaluados por cada parámetro de los sistemas lagunares 1 y 2 del sistema de tratamiento de aguas residuales.

### ***4.2.1. Aceites y Grasas***

La figura 5 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **5.125 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **3.673 mg/l**.

### Figura 5

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Aceites y Grasas de los Sistemas Lagunares 1 y 2



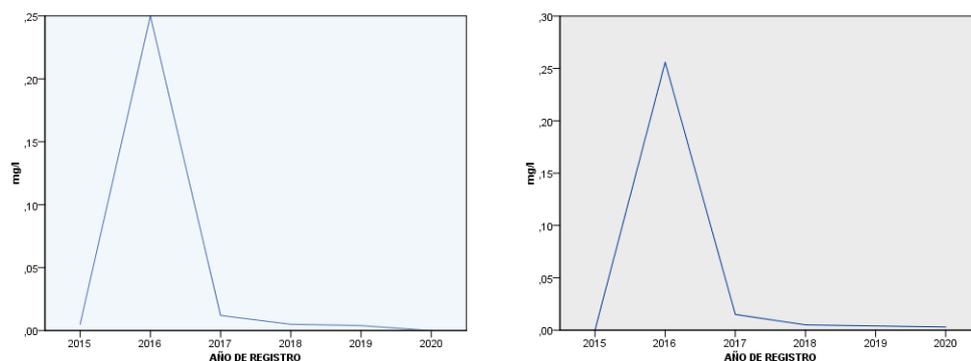
Nota. Aceites y Grasas cumple con el Límite Máximo Permissible de **30 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en ambos sistemas lagunares.

### 4.2.2. Arsénico Total

La figura 6 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.046 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **0.047 mg/l**.

### Figura 6

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Arsénico Total de los Sistemas Lagunares 1 y 2



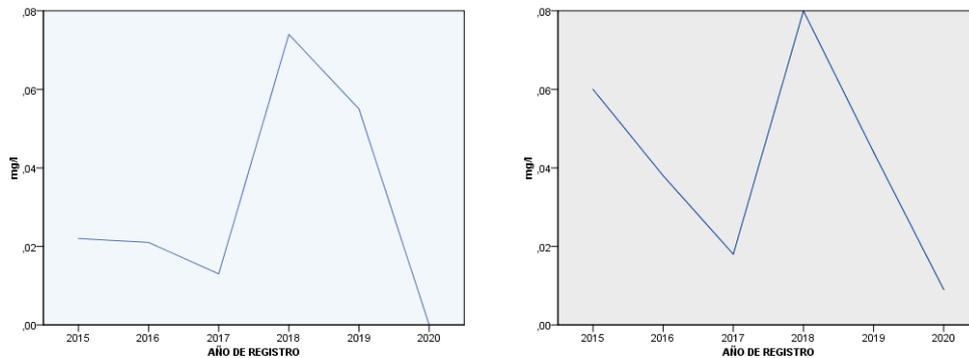
Nota. Arsénico Total cumple con el Límite Máximo Permissible de **0.5 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en ambos sistemas lagunares.

### 4.2.3. Aluminio

La figura 7 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.031 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **0.041 mg/l**.

#### Figura 7

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Aluminio de los Sistemas Lagunares 1 y 2*



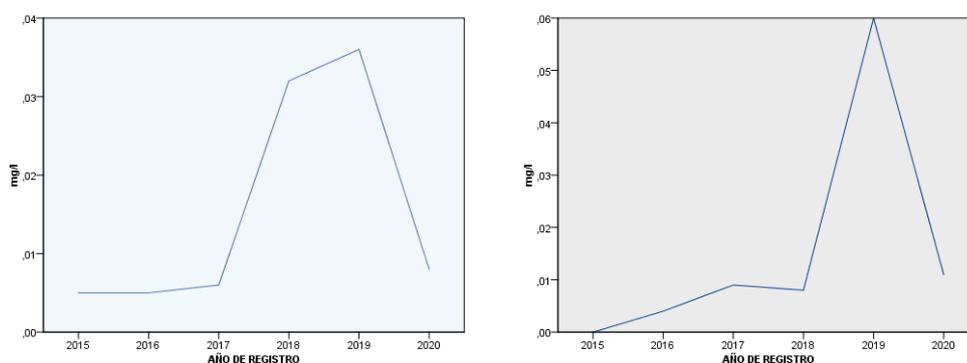
*Nota.* Aluminio cumple con el Límite Máximo Permisible de **5.0 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en ambos sistemas lagunares.

### 4.2.4. Cianuro Total

La figura 8 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.015 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **0.015 mg/l**.

### Figura 8

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cianuro Total de los Sistemas Lagunares 1 y 2



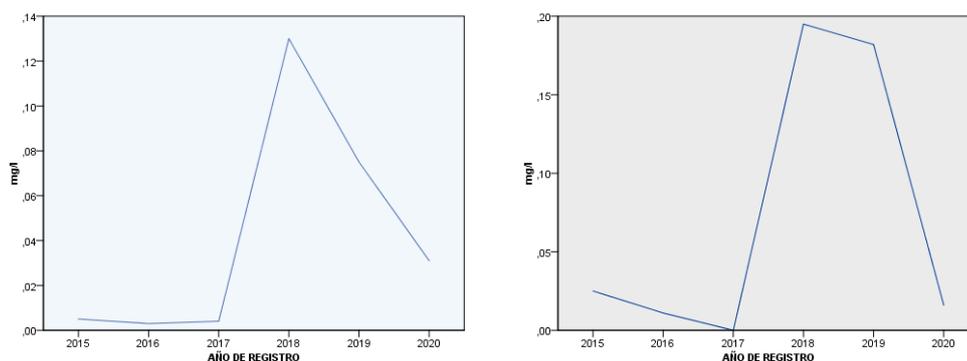
Nota. Cianuro Total cumple con el Límite Máximo Permissible de **0.2 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en ambos sistemas lagunares.

### 4.2.5. Cinc

La figura 9 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.041 mg/l** y del sistema lagunar de **0.071 mg/l**.

### Figura 9

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cinc de los Sistemas Lagunares 1 y 2



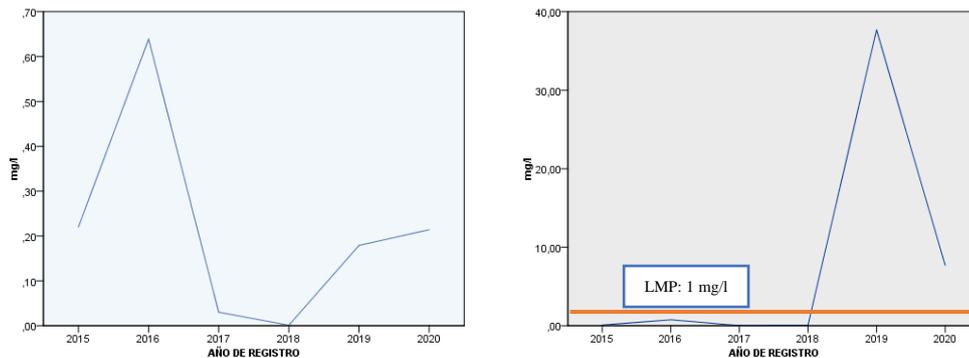
Nota. Cinc cumple con el Límite Máximo Permissible de **10.0 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en ambos sistemas lagunares.

#### 4.2.6. Cobre

La figura 10 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio, no obstante, en el sistema lagunar 2 este parámetro sobrepasa el límite exigido de **1 mg/l**. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.214 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **7.78 mg/l**.

#### Figura 10

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cobre de los Sistemas Lagunares 1 y 2



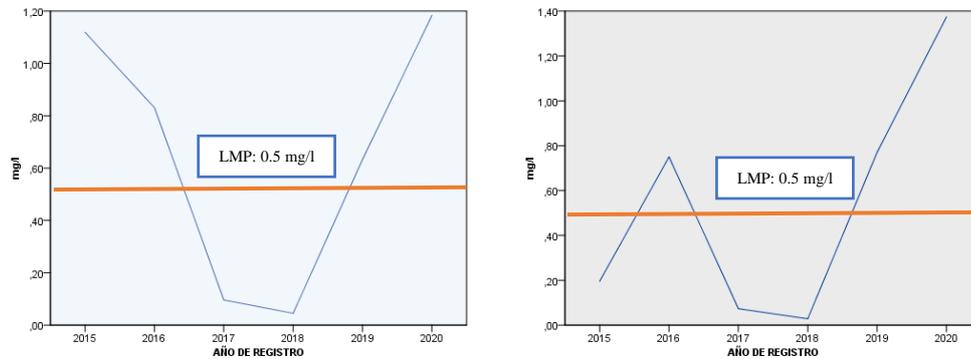
Nota. Cobre cumple con el Límite Máximo Permissible de **1.0 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1.

#### 4.2.7. Cobalto

La figura 11 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio, no obstante, en el sistema lagunar 1 este parámetro sobrepasa el límite exigido de **0.5 mg/l** en los años 2015 – 2016 – 2019 y 2020, de la misma manera en el sistema lagunar 2 se sobrepasa el límite en los años 2016 – 2019 y 2020. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.651 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **0.532 mg/l**.

**Figura 11**

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cobalto de los Sistemas Lagunares 1 y 2*



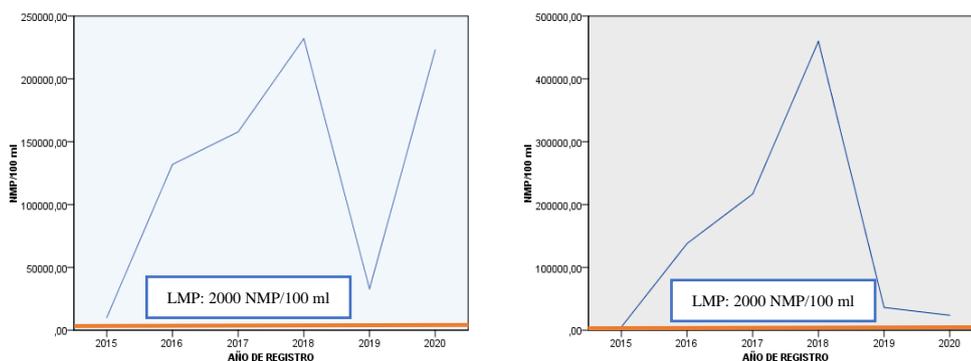
*Nota.* Cobalto no cumple con el Límite Máximo Permissible de **0.5 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

#### **4.2.8. Coliformes Fecales**

La figura 12 demuestra que el parámetro no cumple en ningún año lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes (**2000 NMP/100 ml**) en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **131314.14 NMP/100 ml** y del sistema lagunar 2 de **146573.28 NMP/100 ml**.

**Figura 12**

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Coliformes Fecales de los Sistemas Lagunares 1 y 2*



*Nota.* Coliformes Fecales no cumple con el Límite Máximo Permissible de **2000 NMP/100 ml** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

#### 4.2.9. Color

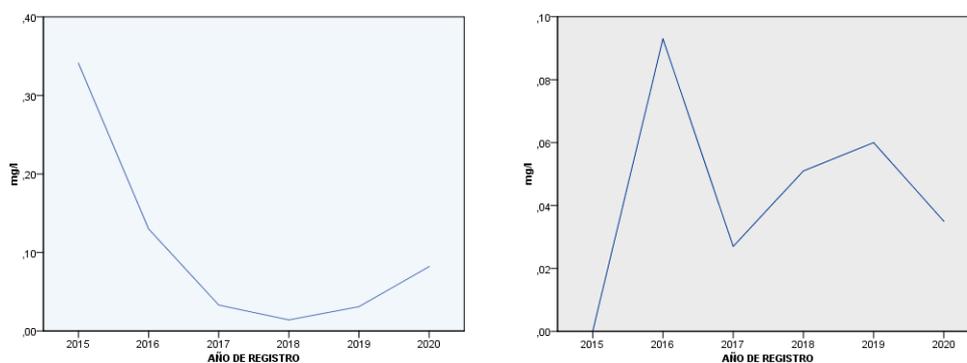
El parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. El sistema lagunar 1 se presenta **inapreciable** y el sistema lagunar 2 se presenta **inapreciable**.

#### 4.2.10. Cromo Hexavalente

La figura 13 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar es de **0.105 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **0.044 mg/l**.

#### Figura 13

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Cromo Hexavalente de los Sistemas Lagunares 1 y 2*



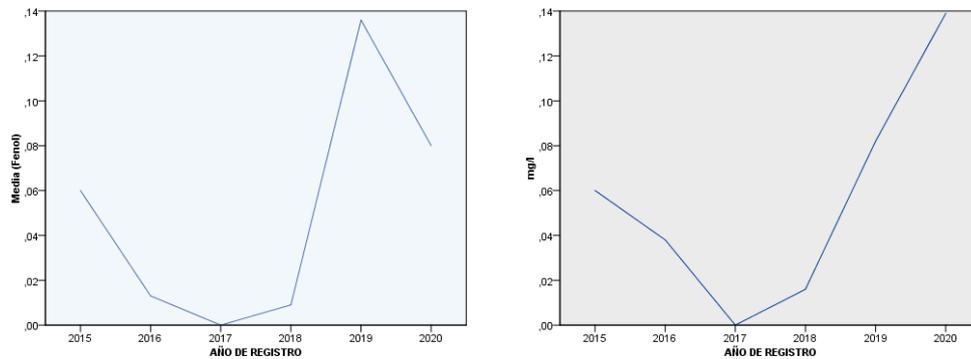
*Nota.* Cromo Hexavalente cumple con el Límite Máximo Permisible de **0.5 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

#### 4.2.11. Compuestos Fenólicos

La figura 14 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.06 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **0.061 mg/l**.

### Figura 14

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Compuestos Fenólicos de los Sistemas Lagunares 1 y 2



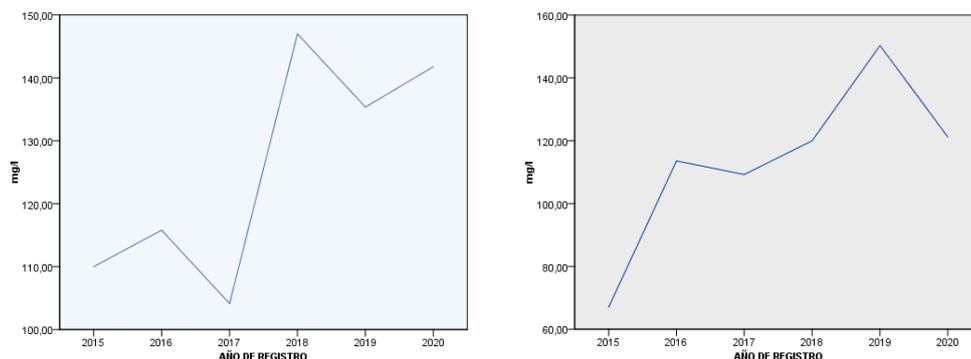
Nota. Compuestos Fenólicos cumple con el Límite Máximo Permissible de **0.2 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

### 4.2.12. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

La figura 15 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **125.677 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **113.556 mg/l**.

### Figura 15

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de DBO5 de los Sistemas Lagunares 1 y 2



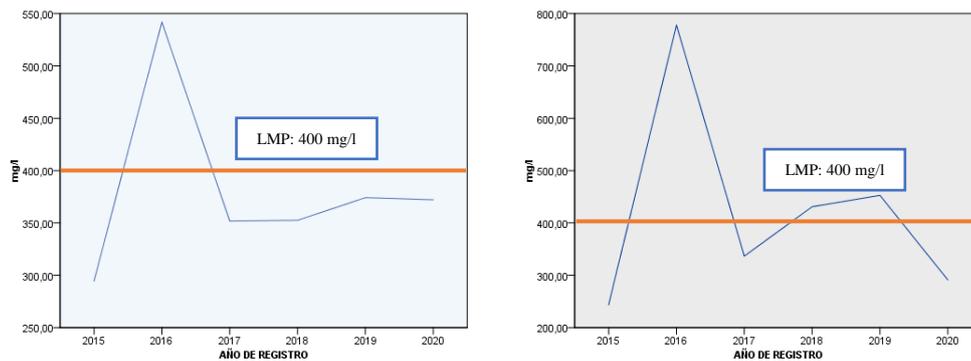
Nota. DBO5 cumple con el Límite Máximo Permissible de **200 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

#### 4.2.13. *Demanda Química de Oxígeno (DQO)*

La figura 16 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio, no obstante, en el sistema lagunar 1 este parámetro sobrepasa el límite exigido de **400 mg/l** en el años 2016, de la misma manera en el efluente sistema lagunar 2 se sobrepasa el límite en los años 2016, 2018 y 2019. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **381.172 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **422.163 mg/l**.

#### Figura 16

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de DQO de los Sistemas Lagunares 1 y 2*



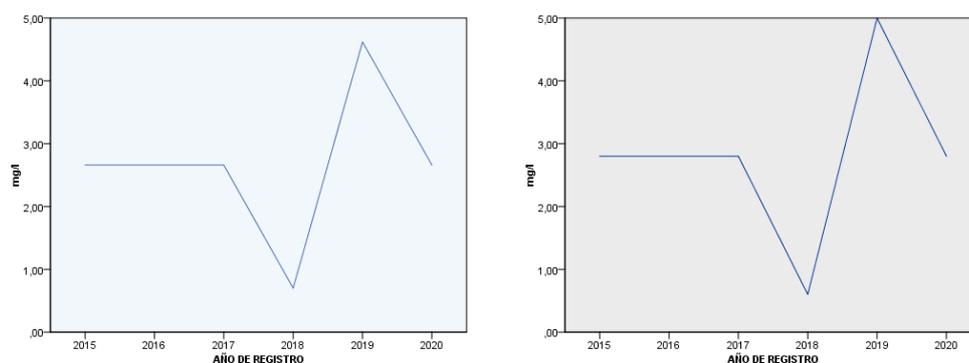
*Nota.* DQO no cumple con el Límite Máximo Permisible de **400 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

#### 4.2.14. *Hidrocarburos Totales de Petróleo*

La figura 17 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **2.66 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **2.80 mg/l**.

### Figura 17

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Hidrocarburos Totales de Petróleo de los Sistemas Lagunares 1 y 2



Nota. HTP cumple con el Límite Máximo Permissible de **20.0 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

#### 4.2.15. *Materia Flotante*

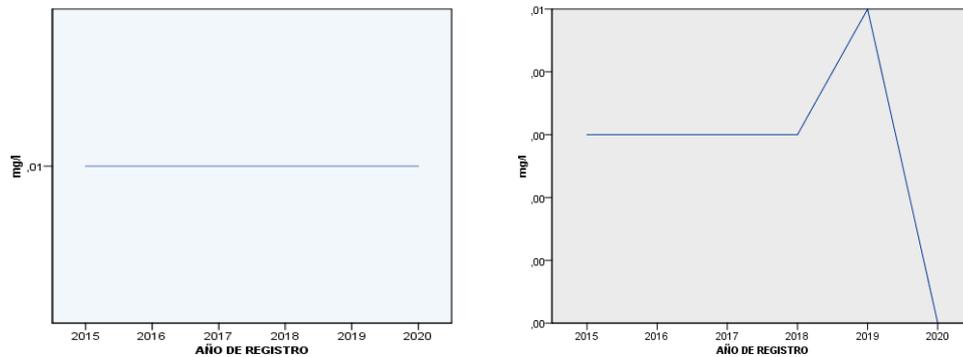
El parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. El sistema lagunar 1 se presenta **Ausencia** y el sistema lagunar 2 se presenta **Ausencia**.

#### 4.2.16. *Mercurio Total*

La figura 18 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.005 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **0.003 mg/l**.

### Figura 18

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Mercurio Total de los Sistemas Lagunares 1 y 2



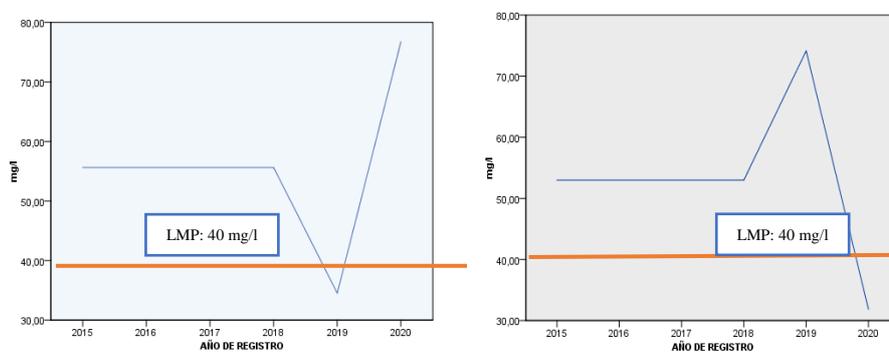
Nota. Mercurio Total cumple con el Límite Máximo Permissible de **0.01 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

### 4.2.17. Nitrógeno Total Kjeldahl

La figura 19 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio, no obstante, en el sistema lagunar 1 este parámetro sobrepasa el límite exigido de **40 mg/l** en los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2020, de la misma manera en el sistema lagunar 2 se sobrepasa el límite en los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **55.63 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **53.00 mg/l**.

### Figura 19

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Nitrógeno Total Kjeldahl de los Sistemas Lagunares 1 y 2



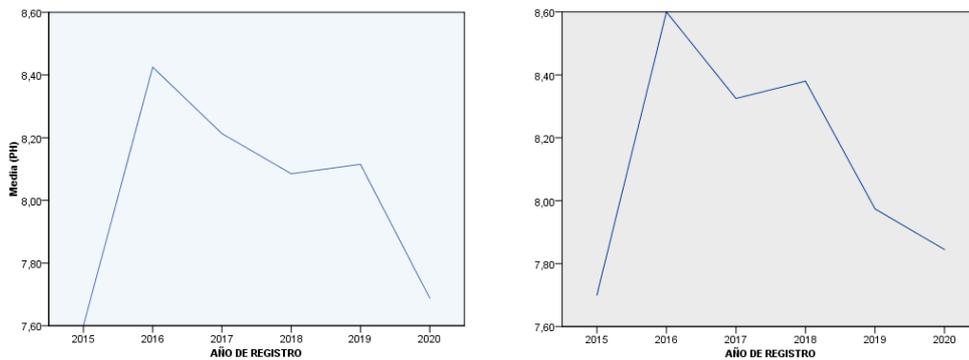
Nota. Nitrógeno Total Kjeldahl no cumple con el Límite Máximo Permissible de **40 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

#### 4.2.18. *Potencial de Hidrógeno*

La figura 20 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del efluente 1 es de **8.021** y del efluente 2 de **8.137**.

#### Figura 20

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de pH de los Sistemas Lagunares 1 y 2*



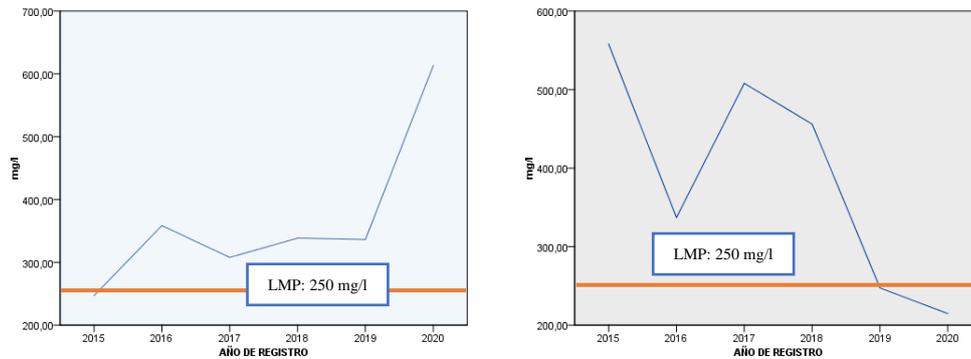
*Nota.* pH cumple con el Límite Máximo Permissible de **(6-9)** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

#### 4.2.19. *Sólidos Suspendidos Totales (SST)*

La figura 21 demuestra que el parámetro no cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio, no obstante, en el sistema lagunar 1 este parámetro sobrepasa el límite exigido de **250 mg/l** en los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020, de la misma manera en el sistema lagunar 2 se sobrepasa el límite en los años 2015, 2016, 2017 y 2018. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **366.84 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **386.82 mg/l**.

**Figura 21**

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de SST de los Sistemas Lagunares 1 y 2*



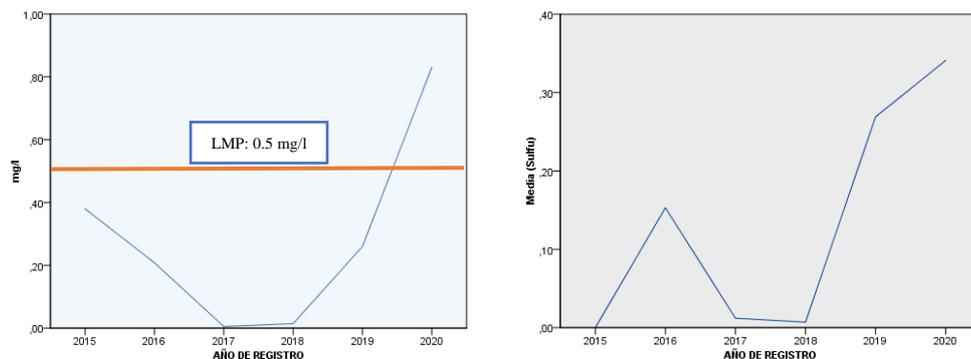
*Nota.* SST no cumple con el Límite Máximo Permissible de **250 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 1 y 2.

#### 4.2.20. Sulfuros

La figura 22 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio, no obstante, en el sistema lagunar 1 este parámetro sobrepasa el límite exigido de **0.5 mg/l** en el año 2020. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.283 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **0.130 mg/l**.

**Figura 22**

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Sulfuros de los Sistemas Lagunares 1 y 2*



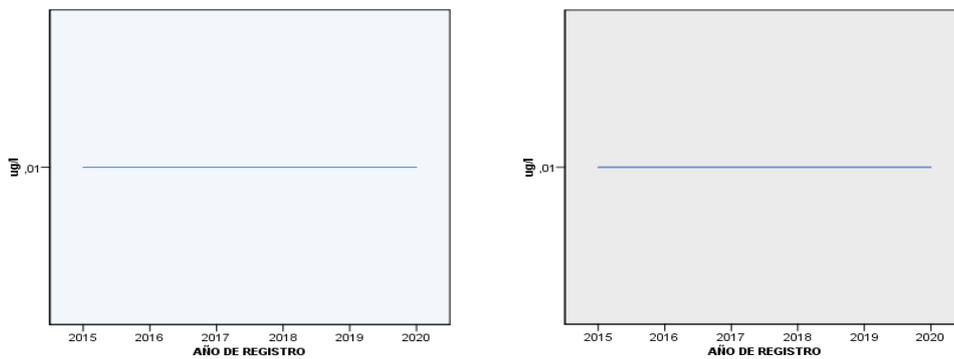
*Nota.* Sulfuros cumple con el Límite Máximo Permissible de **0.5 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en el sistema lagunar 2.

#### 4.2.21. *Compuestos Organoclorados*

La figura 23 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.01 ug/l** y del sistema lagunar 2 de **0.01 ug/l**.

#### **Figura 23**

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Compuestos Organoclorados de los Sistemas Lagunares 1 y 2*



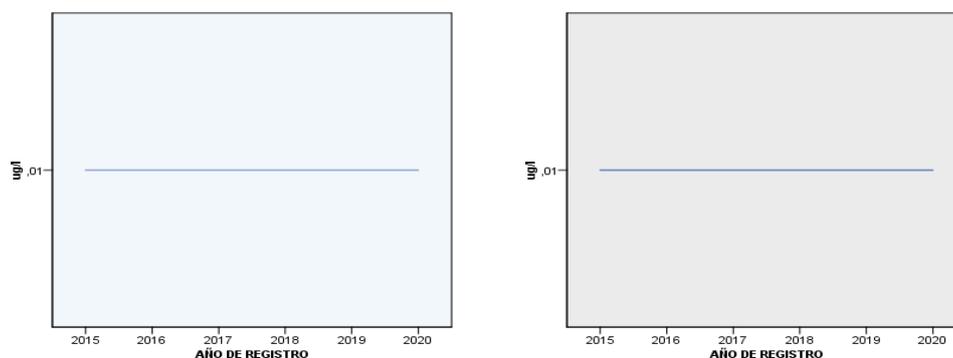
*Nota.* Compuestos Organoclorados cumple con el Límite Máximo Permisible de **0.01 ug/l** de descargas en zonas de rompientes en los sistemas lagunares 1 y 2.

#### 4.2.22. *Compuestos Organofosforados*

La figura 24 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.01 ug/l** y del sistema lagunar 2 de **0.01 ug/l**.

## Figura 24

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Compuestos Organofosforados de los Sistemas Lagunares 1 y 2



Nota. Compuestos Organofosforados cumple con el Límite Máximo Permissible de **0.01 ug/l** de descargas en zonas de rompientes en los sistemas lagunares 1 y 2.

### 4.2.23. Carbamatos

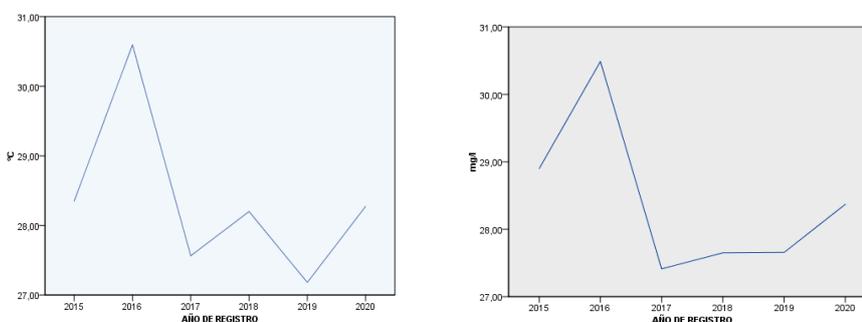
No existen registros de este parámetro.

### 4.2.24. Temperatura

La figura 25 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **28.36 °C** y del sistema lagunar 2 de **28.41 °C**.

## Figura 25

Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Temperatura de los Sistemas Lagunares 1 y 2



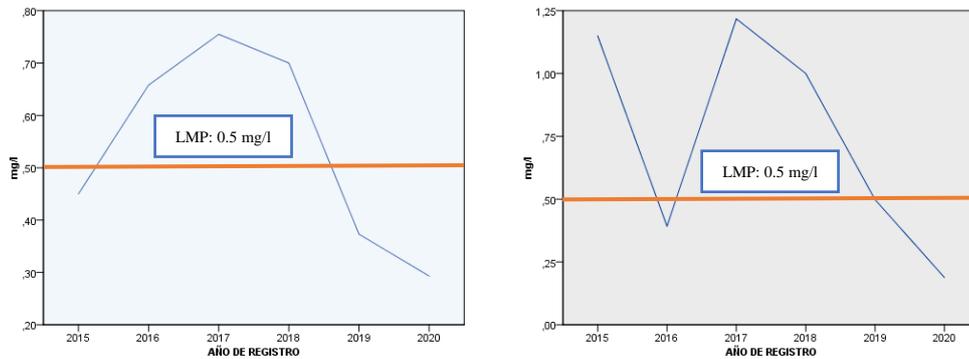
Nota. Temperatura cumple con el Límite Máximo Permissible de **<35 °C** de descargas en zonas de rompientes en los sistemas lagunares 1 y 2.

#### 4.2.25. *Tensoactivos*

La figura 26 demuestra que el parámetro cumple lo establecido en la tabla 10 de TULSMA (2015) de límites de descarga a un cuerpo de agua marina de descargas en zona de rompientes en los años de estudio, no obstante, en el sistema lagunar 1 este parámetro sobrepasa el límite exigido de **0.5 mg/l** en los años 2016, 2017 y 2018, de la misma manera en el sistema lagunar 2 se sobrepasa el límite en los años 2015, 2017 y 2018. La media de las valoraciones de los años en estudio del sistema lagunar 1 es de **0.538 mg/l** y del sistema lagunar 2 de **0.741 mg/l**.

**Figura 26**

*Resultados de la media de los años (2015 – 2020) de Tensoactivos de los efluentes 1 y 2*



*Nota.* Tensoactivos no cumple con el Límite Máximo Permissible de **0.5 mg/l** de descargas en zonas de rompientes en los sistemas lagunares 1 y 2.

### 4.3. Determinación del Tiempo de Retención Hidráulica

El tiempo de Retención Hidraulica se determino gracias a las formulas mostradas en la seccion 3.3.

#### 4.3.1. *Tiempo de Retención Hidráulica del Sistema Lagunar 1*

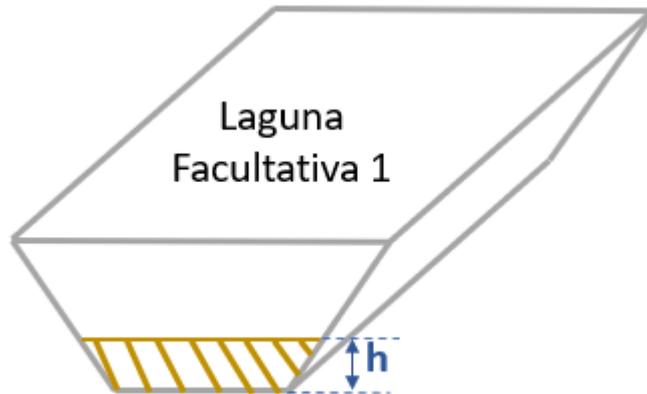
El valor medio y desviación estandar del caudal fue de  $(9.87 \pm 4.88)$  l/s, llevado a  $\text{m}^3/\text{día}$  se presenta el siguiente valor:  $(853.03 \pm 421.63)$   $\text{m}^3/\text{día}$ .

##### a) **Tiempo de Retención Hidráulica en Laguna Facultativa 1.**

$$V = V_{\text{capacidad de almacenamiento}} - V_{\text{lodo}}$$

$$V = 9635.08 \text{ m}^3 - 3265,52 \text{ m}^3$$

$$V = 6369.56 \text{ m}^3$$



**Laguna Facultativa 1: 34%**

$$2.5 \text{ m} \text{ --- } 100\%$$

$$h \text{ --- } 34\%$$

$$h = \frac{2.5 \text{ m} \times 34\%}{100\%}$$

$$h = 0.85 \text{ m}$$

$$H_{\text{efectiva}} = 2.5 \text{ m} - 0.85 \text{ m}$$

$$H_{\text{efectiva}} = 1.65 \text{ m}$$

$$T = \frac{V}{Q}$$

$$T = \frac{6369.56 \text{ m}^3}{853.03 \text{ m}^3/\text{día}}$$

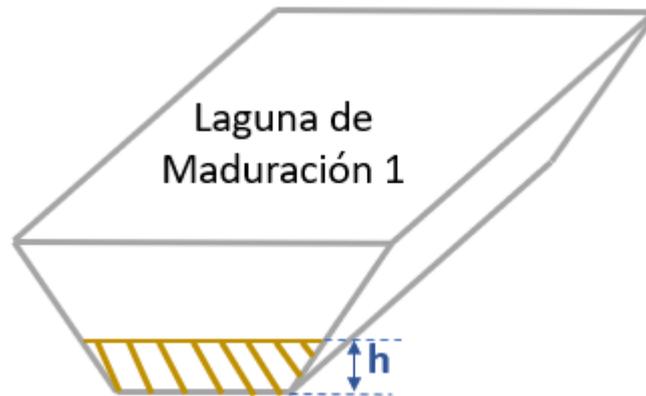
$$T = 7.47 \text{ días}$$

**b) Tiempo de Retención Hidráulica en Laguna de Maduración 1.**

$$V = V_{\text{capacidad de almacenamiento}} - V_{\text{lodo}}$$

$$V = 3615.74 \text{ m}^3 - 649.08 \text{ m}^3$$

$$V = 2966.66 \text{ m}^3$$



**Laguna de Maduración 1: 18%**

$$1.5 \text{ m} \text{ --- } 100\%$$

$$h \text{ --- } 18\%$$

$$h = \frac{1.5 \text{ m} \times 18\%}{100\%}$$

$$h = 0.27 \text{ m}$$

$$H \text{ efectiva} = 1.5 \text{ m} - 0.27 \text{ m}$$

$$H \text{ efectiva} = 1.23 \text{ m}$$

$$T = \frac{V}{Q}$$

$$T = \frac{2966.66 \text{ m}^3}{853.03 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$T = 3.48 \text{ días}$$

#### **4.3.2. Tiempo de Retención Hidráulica del Sistema Lagunar 2**

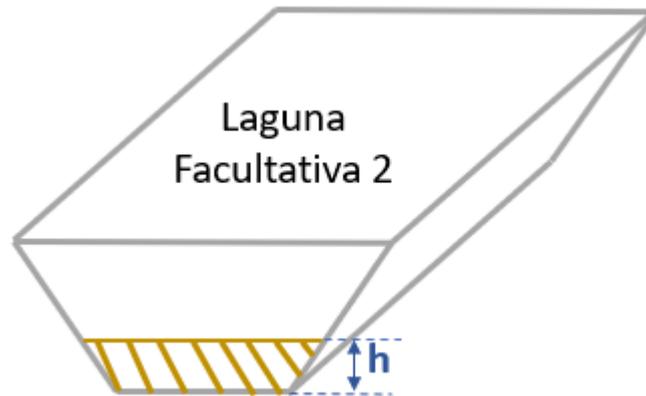
El valor medio y desviación estandar del caudal fue de  $(4.38 \pm 3.80)$  l/s, llevado a  $\text{m}^3/\text{día}$  se presenta el siguiente valor:  $(378.70 \pm 328.32) \text{ m}^3/\text{día}$ .

##### **a) Tiempo de Retención Hidráulica en Laguna Facultativa 2.**

$$V = V_{\text{capacidad de almacenamiento}} - V_{\text{lodo}}$$

$$V = 9900.13 \text{ m}^3 - 3341.80 \text{ m}^3$$

$$V = 6558.33 \text{ m}^3$$



**Laguna Facultativa 2: 34%**

$$2.5 \text{ m} \text{ --- } 100\%$$

$$h \text{ --- } 34\%$$

$$h = \frac{2.5 \text{ m} \times 34\%}{100\%}$$

$$h = 0.85 \text{ m}$$

$$H_{\text{efectiva}} = 2.5 \text{ m} - 0.85 \text{ m}$$

$$H_{\text{efectiva}} = 1.65 \text{ m}$$

$$T = \frac{V}{Q}$$

$$T = \frac{6558.33 \text{ m}^3}{378.70 \text{ m}^3/\text{día}}$$

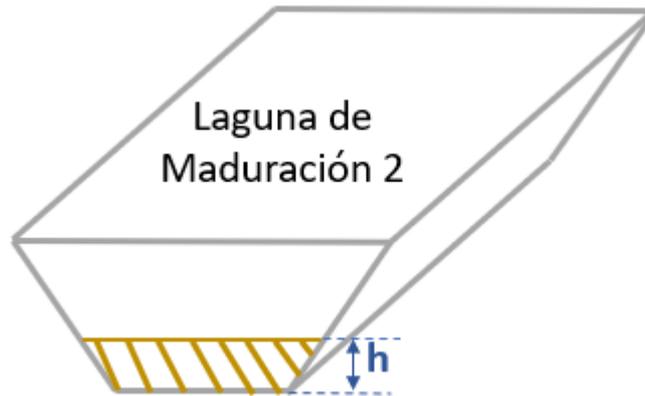
$$T = 17.32 \text{ días}$$

**b) Tiempo de Retención Hidráulica en Laguna de Maduración 2.**

$$V = V_{\text{capacidad de almacenamiento}} - V_{\text{lodo}}$$

$$V = 3811.42 \text{ m}^3 - 742.44 \text{ m}^3$$

$$V = 3068.98 \text{ m}^3$$



**Laguna de Maduración 2: 19%**

$$1.5 \text{ m} \text{ --- } 100\%$$

$$h \text{ --- } 19\%$$

$$h = \frac{1.5 \text{ m} \times 19\%}{100\%}$$

$$h = 0.285 \text{ m}$$

$$H_{\text{efectiva}} = 1.5 \text{ m} - 0.285 \text{ m}$$

$$H_{\text{efectiva}} = 1.215 \text{ m}$$

$$T = \frac{V}{Q}$$

$$T = \frac{3068.98 \text{ m}^3}{378.7 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$T = 8.10 \text{ días}$$

# CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. Conclusiones

- ✓ Aguapen entrego informe técnico acerca de los caudales afluente - efluentes y análisis físico químico desde el año 2015 al 2020 del sistema de tratamiento de lagunas de estabilización de la parroquia Anconcito con los que se hizo el análisis estadístico.
  
- ✓ De la eficiencia de remoción de cargas contaminantes del sistema de tratamiento de aguas residuales se concluye lo siguiente:
  - a) La eficiencia de remoción de la carga contaminante de la DBO<sub>5</sub> en el sistema lagunar #1 se presenta con un porcentaje de 36% y en el sistema lagunar #2 con 45%, valores que comparados con SENAGUA (2012) no cumplen a lo establecido puesto que esta normativa exige una remoción entre 70 al 85%.
  
  - b) La eficiencia de remoción de la carga contaminante de la DQO en el sistema lagunar #1 se presenta con un porcentaje de 56% y en el sistema lagunar #2 con 53%, valores que comparados con SENAGUA (2012) no cumplen a lo establecido puesto que esta normativa exige una remoción entre 70 al 85%.
  
  - c) La eficiencia media de remoción de la carga contaminante de Coliformes Fecales en el sistema lagunar #1 es de 87% y en el sistema lagunar #2 es de 91%, valores que comparados con TULSMA (2015) no cumplen a lo establecido puesto que esta normativa exige una remoción del 99.9%.

- ✓ De la evaluación estadística se concluye que este método se acoge a una curva distribución binomial que proporciona una medida de la probabilidad de observar un determinado resultado en un número establecido de ensayos con una probabilidad fija de ver ese resultado con cada ensayo.
  - a) La evaluación estadística a los siguientes parámetros de la Tabla 10. De descarga de un cuerpo de agua marina respecto al sistema lagunar #1 dan como resultado que estos se presentan con un valor medio por encima de lo exigido en la normativa: Cobalto ( $0.65 \pm 0.49$ ) mg/l, Coliformes Fecales ( $146573.29 \pm 173564.68$ ) NMP/100 ml, Demanda Química de Oxígeno ( $381.18 \pm 83.86$ ) mg/l, Nitrógeno Total Kjeldahl ( $55.63 \pm 13.36$ ) mg/l y Sólidos Suspendidos Totales ( $366.84 \pm 126.77$ ) mg/l, Sulfuros ( $0.28 \pm 0.31$ ) mg/l y Tensoactivos ( $0.54 \pm 0.19$ ) mg/l. Finalmente se concluye que del sistema lagunar #1 existe un 28% que no se acoge a la normativa, no obstante, el 72% si lo hace.
  - b) La evaluación estadística a los siguientes parámetros de la Tabla 10. de descarga de un cuerpo de agua marina respecto al sistema lagunar #2 dan como resultado que estos se presentan con una valor medio por encima de lo exigido en la normativa: Cobre ( $7.78 \pm 14.99$ ) mg/l, Cobalto ( $0.53 \pm 0.52$ ) mg/l, Coliformes Fecales ( $131313.81 \pm 93504.4$ ) NMP/100 ml, Demanda Química de Oxígeno ( $422.16 \pm 191.84$ ) mg/l, Nitrógeno Total Kjeldahl ( $53 \pm 13.38$ ) mg/l, Sólidos Suspendidos Totales ( $386.82 \pm 141.67$ ) mg/l y Tensoactivos ( $0.74 \pm 0.44$ ) mg/l. Finalmente se concluye que del sistema lagunar #1 existe un 28% que no se acoge a la normativa, no obstante, el 72% si lo hace.
- ✓ Los tiempos de retención hidráulica en el sistema lagunar #1 en laguna facultativa y laguna de maduración se presentaron con 7.47 y 3.48 días respectivamente, que comparados con la sección 3.2.1 si cumple y la sección 3.2.2 no cumple en el rango de lo establecido; Los valores del tiempo de retención hidráulica en el sistema lagunar #2 en la laguna facultativa y maduración se dieron con 17.32 y 8.10 días respectivamente, estos valores que

comparados con la sección 3.2.1 y 3.2.2 dan cumplimiento al TRH. De lagunas facultativas de 5 a 30 días y de lagunas de maduración de 5 a 10 días.

## **5.2. Recomendaciones**

- ✓ Realizar ensayos Interlaboratorio de los análisis físico – químico y biológico para determinar si se presentan cambios con los realizados en la empresa AGUAPEN EP.
- ✓ Realizar un plan maestro para que el sistema de tratamiento lagunar pase a ser una planta de tratamiento para mantener así la eficiencia en el rango permisible y esta devuelva su efluente inocuo al medio ambiente.
- ✓ Remover el azolve existente en las lagunas facultativas y de maduración para de esta manera obtener tiempos de retención hidráulica permisibles para que el sistema se maneje con un adecuado tratamiento.
- ✓ Evaluar por lo menos dos veces al año el afluente del sistema de tratamiento de aguas residuales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALCÍVAR PINCAY, T. R., & ALVIA ANCHUNDIA, J. G. (2019). *DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA EN LAS LAGUNAS FACULTATIVAS DE 2.00 Y 2.50 METROS DE PROFUNDIDAD*.
- Añazco Loaiza, H. E. (2013). *Evaluar el sistema y su eficiencia del tratamiento de aguas residuales del sector II de la ciudad de Pasaje, provincia de El Oro*. Universidad de Guayaquil: Facultad de Arquitectura y Urbanismo,
- Aquino, V., & Enrique, C. (2021). *Diagnóstico y evaluación del sistema de alcantarillado sanitario del barrio Carmen Buchelli de la parroquia Anconcito del cantón Salinas, provincia de Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021.,
- BÁEZ, J. (2008). Ingeniería ambiental: Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales. In: Colombia.
- Balaguer, E. (2012). Estudio de la influencia del tiempo de retención hidráulico en un reactor biológico secuencial (SBR) de depuración de aguas residuales procedentes de una tenería y optimización de la fase de sedimentación. *Ingeniería Química y Nuclear*.
- Baque-Mite, R., Simba-Ochoa, L., González-Ozorío, B., Suatunce, P., Diaz-Ocampo, E., & Cadme-Arevalo, L. J. R. C. U. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. 9(20), 109-117.
- Barreto Mendieta, D. M., & Chica Tapia, M. J. (2021). *Aplicación de humedales artificiales verticales para tratamiento de aguas residuales en Cuenca*. Universidad del Azuay,
- Barriga Arévalo, A. S., & Durán Jiménez, C. I. (2014). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales*. Retrieved from
- Bejarano, A., Jiménez, D. A.-B., & Jimena, P. (2018). Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Gachancipá.
- Bejarano Novoa, M. E., & Escobar Carvajal, M. (2015). Eficiencia del uso de microorganismos para el tratamiento de aguas residuales domésticas en una planta de tratamiento de agua residual.
- Belzona. (2010). *Tratamiento de aguas residuales* (P. Edición Ed.): Mapa de la Plata.

- Blum, P., & de los Ángeles, M. (2013). Evaluación y diagnóstico de las aguas residuales dentro de un marco teórico de turismo consciente de la parroquia Puerto López.
- CEVALLOS SALTOS, S. D., & ZIPA VÉLEZ, A. K. (2018). *PRECIPITACIÓN QUÍMICA DE FOSFATO MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE SALES DE METALES TRIVALENTES EN LA PTAR MUNICIPAL DE MANTA*.
- Da Ros, G. (1995). *La contaminación de aguas en Ecuador: una aproximación económica*: Editorial Abya Yala.
- De La Pared Ramírez, S. J. (2011). *Problema jurídico ambiental que enfrenta Aguapensa Por las lagunas de oxidación de la provincia de Santa Elena y su incidencia en el derecho precautelado como garantía humana en la constitución del estado*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2011.,
- Delgadillo, O. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*: Nelson Antequera.
- Díaz-Cuenca, E., Alavaredo-Granados, A. R., & Camacho-Calzada, K. E. J. Q. R. d. E. T. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *14*(1), 78-97.
- Falconi Miño, F. D. (2012). *Diseño De Un Sistema De Gestión Integral De Aguas Residuales Industriales Generadas Por El Proceso De Explotación Minera En El Proyecto Corazón, Cantón Cotacachi*.
- Fernández Cirelli, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, *11*(3), 147-170.
- Fernández Lindao, J. E. (2021). *Diagnóstico, Evaluación y Planteamiento de mejora en la planta de aguas residuales (PTAR) para una empresa procesadora de pescados y productos del mar en la ciudad de Guayaquil*.
- Garcés Giraldo, L. F., Mejía Franco, E. A., & Santamaría Arango, J. J. (2004). La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales.
- Granja Paredes, M. B., & Tapia Pallo, S. A. (2014). *Evaluación, caracterización y propuesta de tratamiento del agua residual proveniente de la cafetería del campus El Girón de la Universidad Politécnica Salesiana*.

- Initiative, G. W. (2015). *Economic Valuation of Wastewater: The Cost of Action and the Cost of No Action*.
- Lara García, A. (2010). *PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN AUTÓNOMA DE LOS SERVICIOS BÁSICOS EN LA ZONA SUR DE COCHABAMBA (BOLIVIA)*.
- Lara Villacís, L. E. (2011). *Las aguas residuales del camal Municipal del cantón Baños y su incidencia en la contaminación del Río Pastaza en la provincia de Tungurahua*.
- Metcalf, L., Eddy, H. P., & Tchobanoglous, G. (1991). *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse* (Vol. 4): McGraw-Hill New York.
- Montoya Rodríguez, J. A. (2017). *Evaluación De La Eficiencia De Remoción En Los Parámetros De Demanda Biológica De Oxígeno Y Demanda Química De Oxígeno Del Sistema De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas En La Urbanización La Joya Etapa Platino, Ubicada En El Cantón Daule, De La Provincia Del Guayas*. Universidad de Guayaquil: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas ...,
- Muñoz, J. (2005). Componentes de los sistemas convencionales de depuración de aguas residuales.[Libro en Línea]. In.
- Muñoz Rosas, J. F., & Álvarez Verdejo, E. (2009). Métodos de imputación para el tratamiento de datos faltantes: aplicación mediante R/Splus. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 7, 3-30.
- Navarro, O. E. J. P. d. e. C. (2004). Representación social del agua y de sus usos. (14), 222-236.
- Olmos, R. R. (2003). *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*: Plaza y Valdés.
- Orozco, A. (2005). *Bioingeniería de aguas residuales*: acodal.
- Osorio, F., & Hontoria, E. (2010). Saneamiento y alcantarillado, vertidos de aguas residuales. In: Granada: Degremont.
- Pavón Gaitán, J. A. (2011). *Estudio del uso de Quitosana como coagulante en muestras del Río Fonseca y del Lago Cocibolca*. Universidad Nacional de Ingeniería,
- Pineda, O. S. S. (2015). INGENIERO CIVIL.
- Prieto Bolivar, C. J. (2004). *El agua: sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservacion*: Ecoe.

- Raffino, M. (2019). Agua: Concepto, Composición, Funciones e Importancia.[online] Concepto. de. In.
- Ramalho, R. S. (2021). *Tratamiento de aguas residuales*: Reverté.
- Ramos, R. (2003). *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*: Plaza y Valdés.
- Ravelo, M. J. (2021). FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS DE MAYABEQUE.
- Raymond, D. (2002). Calidad y tratamiento del agua: Manual de Calidad y Tratamiento del Agua. *Editorial McGraw-Hill, Madrid, ES*.
- Rivas, P., & Aubrum, J. J. B. H. (2015). Importancia del análisis de agua. 19.
- Rodríguez-Orozco, N., Rosado, O. R., & Fajersson, P. J. R. C. A. (2010). Acciones y reflexiones para la conservación y el manejo del agua en México. 11-19.
- Rodríguez, J. J. C. a. e. C. B. F. e. c. p. e. d. h. (2010). Contaminación del agua.
- Rodríguez Latorre, A. (2017). Diseño de un humedal artificial para el municipio de Arcos de las Salinas (Teruel).
- Rojas, R. J. C. P. d. I. S. y. C. d. A. O. M. d. I. S. (2002). Gestión integral de tratamiento de aguas residuales. 1-35.
- Romero Rojas, J. A. (2004). Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño. *Escuela Colombiana de Ingenieros*.
- Romero Rojas, J. A. J. B., CO, Escuela Colombiana de Ingenieros. (2004). Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño.
- Rosales, M., Salas, J., & Rodríguez, M. (2015). Manejo del drenaje pluvial mediante control de la fuente de escurrimientos superficiales. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, 12(56), 5-14.
- Secretaria Nacional del Agua. (2012). Norma para estudio y diseño de sistema de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. *Código ecuatoriano de la construcción de parte IX Obras Sanitarias*.
- Solsona, F., Fuertes, C., & Ambiental, S. (2003). *Guía para la promoción de la calidad del agua en escuelas de los países en desarrollo*: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente-CEPIS.
- Souto, I. (2021). Todo lo que necesitas saber sobre SPSS antes de utilizarlo. Retrieved from <https://www.uscmarketingdigital.com/todo-sobre-spss/>
- Tchobanoglous, G. (1985). *Ingeniería sanitaria: redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales*. Retrieved from

- Torres, A. (2015). Análisis de aguas residuales. In: Obtenido de AMBIENTE, LM, & DE GRANADA, DP: <http://a21-granada.org> ....
- TULSMA, L. (2015). Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Anexo 2, Libro VI. In: Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Useche Castro, L. M., & Mesa Ávila, D. (2006). Una introducción a la imputación de valores perdidos. *Terra. Nueva Etapa*, 22(31), 127-151.
- Vera Vera, B. R. (2019). *Diversidad bacteriana en las aguas residuales domésticas de calceta y su relación en la calidad del agua del río Carrizal. Año 2018*. Quevedo: UTEQ,

# ANEXOS

## Anexo 1.

*Datos estadísticos con sustitución por la media del Afluente Año 2015*



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 1: AFLUENTE AÑO 2015

Parámetro	Expresado como	Unidad	AÑO 2015											
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	<b>5,000</b>	<b>5,000</b>	2,000	<b>5,000</b>	<b>5,000</b>	8,000	<b>5,000</b>	<b>5,000</b>	<b>5,000</b>	<b>5,000</b>	<b>5,000</b>	<b>5,000</b>
Arsénico total	As	mg/l	<b>2,503</b>	<b>2,503</b>	0,005	<b>2,503</b>	<b>2,503</b>	5,000	<b>2,503</b>	<b>2,503</b>	<b>2,503</b>	<b>2,503</b>	<b>2,503</b>	<b>2,503</b>
Aluminio	Al	mg/l	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	0,020	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	0,070	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>
Cianuro total	CN	mg/l	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	0,003	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	0,015	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>
Cinc	Zn	mg/l	<b>0,065</b>	<b>0,065</b>	0,050	<b>0,065</b>	<b>0,065</b>	0,080	<b>0,065</b>	<b>0,065</b>	<b>0,065</b>	<b>0,065</b>	<b>0,065</b>	<b>0,065</b>
Cobre	Cu	mg/l	<b>0,520</b>	<b>0,520</b>	0,090	<b>0,520</b>	<b>0,520</b>	0,950	<b>0,520</b>	<b>0,520</b>	<b>0,520</b>	<b>0,520</b>	<b>0,520</b>	<b>0,520</b>
Cobalto	Co	mg/l	<b>1,245</b>	<b>1,245</b>	1,800	<b>1,245</b>	<b>1,245</b>	0,690	<b>1,245</b>	<b>1,245</b>	<b>1,245</b>	<b>1,245</b>	<b>1,245</b>	<b>1,245</b>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	<b>20000,000</b>	<b>20000,000</b>	10000,000	<b>20000,000</b>	<b>20000,000</b>	30000,000	<b>20000,000</b>	<b>20000,000</b>	<b>20000,000</b>	<b>20000,000</b>	<b>20000,000</b>	<b>20000,000</b>
Color	Color verdadero	unidades de color	<b>76,000</b>	<b>76,000</b>	60,000	<b>76,000</b>	<b>76,000</b>	92,000	<b>76,000</b>	<b>76,000</b>	<b>76,000</b>	<b>76,000</b>	<b>76,000</b>	<b>76,000</b>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	<b>0,631</b>	<b>0,631</b>	0,850	<b>0,631</b>	<b>0,631</b>	0,412	<b>0,631</b>	<b>0,631</b>	<b>0,631</b>	<b>0,631</b>	<b>0,631</b>	<b>0,631</b>
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	<b>113,500</b>	<b>113,500</b>	140,000	<b>113,500</b>	<b>113,500</b>	87,000	<b>113,500</b>	<b>113,500</b>	<b>113,500</b>	<b>113,500</b>	<b>113,500</b>	<b>113,500</b>
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<b>512,000</b>	<b>512,000</b>	556,000	<b>512,000</b>	<b>512,000</b>	468,000	<b>512,000</b>	<b>512,000</b>	<b>512,000</b>	<b>512,000</b>	<b>512,000</b>	<b>512,000</b>
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	Ausencia	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	Ausencia	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>
Mercurio total	Hg	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	<b>7,325</b>	<b>7,325</b>	7,450	<b>7,325</b>	<b>7,325</b>	7,200	<b>7,325</b>	<b>7,325</b>	<b>7,325</b>	<b>7,325</b>	<b>7,325</b>	<b>7,325</b>
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	<b>820,000</b>	<b>820,000</b>	780,000	<b>820,000</b>	<b>820,000</b>	860,000	<b>820,000</b>	<b>820,000</b>	<b>820,000</b>	<b>820,000</b>	<b>820,000</b>	<b>820,000</b>
Sulfuros	S	mg/l	<b>0,672</b>	<b>0,672</b>	0,454	<b>0,672</b>	<b>0,672</b>	0,890	<b>0,672</b>	<b>0,672</b>	<b>0,672</b>	<b>0,672</b>	<b>0,672</b>	<b>0,672</b>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	<b>31,000</b>	<b>31,000</b>	32,000	<b>31,000</b>	<b>31,000</b>	30,000	<b>31,000</b>	<b>31,000</b>	<b>31,000</b>	<b>31,000</b>	<b>31,000</b>	<b>31,000</b>
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>	0,800	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>	4,200	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados;\*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 2.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Afluente Año 2016



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 2: AFLUENTE AÑO 2016

Parámetro	Expresado como	Unidad	AÑO 2016											
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	3,750	4,000	3,750	3,750	3,750	3,500	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750
Arsénico total	As	mg/l	2,256	2,256	0,010	2,256	0,010	5,000	2,505	3,753	2,256	2,256	2,256	2,256
Aluminio	Al	mg/l	0,066	0,070	0,012	0,053	0,089	0,000	0,044	0,022	0,045	0,045	0,045	0,045
Cianuro total	CN	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cinc	Zn	mg/l	0,030	0,030	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,009	0,009	0,009	0,009
Cobre	Cu	mg/l	2,068	1,140	0,000	0,000	0,150	0,870	0,510	0,690	0,679	0,679	0,679	0,679
Cobalto	Co	mg/l	0,191	0,197	1,421	0,412	0,530	0,172	0,350	0,260	0,442	0,442	0,442	0,442
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	5100000,000	5100000,000	5100000,000	5100000,000	5100000,000	5100000,000	5100000,000	5100000,000	5100000,000	5100000,000	5100000,000	5100000,000
Color	Color verdadero	unidades de color	150,000	157,000	60,000	162,000	137,000	92,000	115,000	103,000	122,000	122,000	122,000	122,000
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,235	0,216	0,257	0,236	0,236	0,312	0,274	0,293	0,257	0,257	0,257	0,257
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	1936,000	2060,000	1256,000	1229,000	1009,000	768,000	888,300	828,100	1246,800	1246,800	1246,800	1246,800
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercurio total	Hg	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	7,500	7,400	7,300	7,200	7,300	7,400	7,400	7,400	7,363	7,363	7,363	7,363
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	456,000	468,000	629,000	658,000	629,000	690,000	659,500	674,800	608,038	608,038	608,038	608,038
Sulfuros	S	mg/l	0,263	0,276	0,454	0,320	0,387	0,353	0,387	0,387	0,353	0,353	0,353	0,353
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	31,300	31,700	31,800	30,700	31,300	29,200	30,200	29,710	30,739	30,739	30,739	30,739
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	2,200	1,814	0,100	0,700	0,400	4,000	2,200	3,100	1,814	1,814	1,814	1,814

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

### Anexo 3.

#### Datos estadísticos con sustitución por la media del Afluente Año 2015 – 2020



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 3: MEDIA AFLUENTE AÑO 2015 - 2020

Parámetro	Expresado como	Unidad	MEDIA (2015 - 2020)					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	5,000	3,750	<b>4,375</b>	<b>4,375</b>	<b>4,375</b>	<b>4,375</b>
Arsénico total	As	mg/l	2,503	2,256	<b>2,379</b>	<b>2,379</b>	<b>2,379</b>	<b>2,379</b>
Aluminio	Al	mg/l	0,045	0,045	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>
Cianuro total	CN	mg/l	0,009	0,000	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>
Cinc	Zn	mg/l	0,065	0,009	<b>0,037</b>	<b>0,037</b>	<b>0,037</b>	<b>0,037</b>
Cobre	Cu	mg/l	0,520	0,679	<b>0,599</b>	<b>0,599</b>	<b>0,599</b>	<b>0,599</b>
Cobalto	Co	mg/l	1,245	0,442	<b>0,843</b>	<b>0,843</b>	<b>0,843</b>	<b>0,843</b>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	20000,000	5100000,000	<b>2560000,000</b>	<b>2560000,000</b>	<b>2560000,000</b>	<b>2560000,000</b>
Color	Color verdadero	unidades de color	76,000	122,000	<b>99,000</b>	<b>99,000</b>	<b>99,000</b>	<b>99,000</b>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,631	0,257	<b>0,444</b>	<b>0,444</b>	<b>0,444</b>	<b>0,444</b>
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	-	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	113,500	315,000	<b>214,250</b>	<b>214,250</b>	<b>214,250</b>	<b>214,250</b>
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	512,000	1246,800	<b>879,400</b>	<b>879,400</b>	<b>879,400</b>	<b>879,400</b>
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>
Mercurio total	Hg	mg/l	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	7,325	7,363	<b>7,344</b>	<b>7,344</b>	<b>7,344</b>	<b>7,344</b>
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	820,000	608,038	<b>714,019</b>	<b>714,019</b>	<b>714,019</b>	<b>714,019</b>
Sulfuros	S	mg/l	0,672	0,353	<b>0,513</b>	<b>0,513</b>	<b>0,513</b>	<b>0,513</b>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	31,000	30,739	<b>30,869</b>	<b>30,869</b>	<b>30,869</b>	<b>30,869</b>
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	2,500	1,814	<b>2,157</b>	<b>2,157</b>	<b>2,157</b>	<b>2,157</b>

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados;\*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 4.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 1 Año 2015



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



#### ANEXO 4: EFLUENTE 1 AÑO 2015

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2015											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	<i>6,000</i>	<i>6,000</i>	<i>6,000</i>	<i>6,000</i>	<i>6,000</i>	6,000	<i>6,000</i>	<i>6,000</i>	<i>6,000</i>	<i>6,000</i>	<i>6,000</i>	<i>6,000</i>
Arsénico total	As	mg/l	0.5	0.5	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	0,000	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	0,010	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>
Aluminio	Al	mg/l	5	5	<i>0,022</i>	<i>0,022</i>	0,000	<i>0,022</i>	<i>0,022</i>	0,043	<i>0,022</i>	<i>0,022</i>	<i>0,022</i>	<i>0,022</i>	<i>0,022</i>	<i>0,022</i>
Cianuro total	CN	mg/l	0.2	0.2	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	0,010	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	0,000	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>
Cinc	Zn	mg/l	10	10	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	0,000	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	0,010	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>
Cobre	Cu	mg/l	1	1	<i>0,220</i>	<i>0,220</i>	0,380	<i>0,220</i>	<i>0,220</i>	0,060	<i>0,220</i>	<i>0,220</i>	<i>0,220</i>	<i>0,220</i>	<i>0,220</i>	<i>0,220</i>
Cobalto	Co	mg/l	0.5	0.5	<i>1,119</i>	<i>1,119</i>	1,760	<i>1,119</i>	<i>1,119</i>	0,478	<i>1,119</i>	<i>1,119</i>	<i>1,119</i>	<i>1,119</i>	<i>1,119</i>	<i>1,119</i>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	<i>10000,000</i>	<i>10000,000</i>	0,000	<i>10000,000</i>	<i>10000,000</i>	20000,000	<i>10000,000</i>	<i>10000,000</i>	<i>10000,000</i>	<i>10000,000</i>	<i>10000,000</i>	<i>10000,000</i>
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	<i>57,500</i>	<i>57,500</i>	42,000	<i>57,500</i>	<i>57,500</i>	73,000	<i>57,500</i>	<i>57,500</i>	<i>57,500</i>	<i>57,500</i>	<i>57,500</i>	<i>57,500</i>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0.5	0.5	<i>0,341</i>	<i>0,341</i>	0,660	<i>0,341</i>	<i>0,341</i>	0,022	<i>0,341</i>	<i>0,341</i>	<i>0,341</i>	<i>0,341</i>	<i>0,341</i>	<i>0,341</i>
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	<i>110,000</i>	<i>110,000</i>	134,000	<i>110,000</i>	<i>110,000</i>	86,000	<i>110,000</i>	<i>110,000</i>	<i>110,000</i>	<i>110,000</i>	<i>110,000</i>	<i>110,000</i>
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	<i>294,500</i>	<i>294,500</i>	416,000	<i>294,500</i>	<i>294,500</i>	173,000	<i>294,500</i>	<i>294,500</i>	<i>294,500</i>	<i>294,500</i>	<i>294,500</i>	<i>294,500</i>
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	Presencia	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	<i>7,600</i>	<i>7,600</i>	7,600	<i>7,600</i>	<i>7,600</i>	7,600	<i>7,600</i>	<i>7,600</i>	<i>7,600</i>	<i>7,600</i>	<i>7,600</i>	<i>7,600</i>
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	250	250	<i>247,000</i>	<i>247,000</i>	206,000	<i>247,000</i>	<i>247,000</i>	288,000	<i>247,000</i>	<i>247,000</i>	<i>247,000</i>	<i>247,000</i>	<i>247,000</i>	<i>247,000</i>
Sulfuros	S	mg/l	0.5	0.5	<i>0,380</i>	<i>0,380</i>	0,740	<i>0,380</i>	<i>0,380</i>	0,019	<i>0,380</i>	<i>0,380</i>	<i>0,380</i>	<i>0,380</i>	<i>0,380</i>	<i>0,380</i>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0.25	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	<i>28,350</i>	<i>28,350</i>	29,000	<i>28,350</i>	<i>28,350</i>	27,700	<i>28,350</i>	<i>28,350</i>	<i>28,350</i>	<i>28,350</i>	<i>28,350</i>	<i>28,350</i>
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0.5	0.5	<i>0,450</i>	<i>0,450</i>	0,100	<i>0,450</i>	<i>0,450</i>	0,800	<i>0,450</i>	<i>0,450</i>	<i>0,450</i>	<i>0,450</i>	<i>0,450</i>	<i>0,450</i>

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 5.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 2 Año 2015



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 5: EFLUENTE 2 AÑO 2015

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2015											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	4,000	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Aluminio	Al	mg/l	5	5	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>	0,060	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>	0,060	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Cinc	Zn	mg/l	10	10	<b>0,025</b>	<b>0,025</b>	0,000	<b>0,025</b>	<b>0,025</b>	0,050	<b>0,025</b>	<b>0,025</b>	<b>0,025</b>	<b>0,025</b>	<b>0,025</b>	<b>0,025</b>
Cobre	Cu	mg/l	1	1	<b>0,085</b>	<b>0,085</b>	0,090	<b>0,085</b>	<b>0,085</b>	0,080	<b>0,085</b>	<b>0,085</b>	<b>0,085</b>	<b>0,085</b>	<b>0,085</b>	<b>0,085</b>
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	<b>0,195</b>	<b>0,195</b>	0,230	<b>0,195</b>	<b>0,195</b>	0,160	<b>0,195</b>	<b>0,195</b>	<b>0,195</b>	<b>0,195</b>	<b>0,195</b>	<b>0,195</b>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	<b>5000,000</b>	<b>5000,000</b>	0,000	<b>5000,000</b>	<b>5000,000</b>	10000,000	<b>5000,000</b>	<b>5000,000</b>	<b>5000,000</b>	<b>5000,000</b>	<b>5000,000</b>	<b>5000,000</b>
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	<b>132,000</b>	<b>132,000</b>	123,000	<b>132,000</b>	<b>132,000</b>	141,000	<b>132,000</b>	<b>132,000</b>	<b>132,000</b>	<b>132,000</b>	<b>132,000</b>	<b>132,000</b>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	<b>67,000</b>	<b>67,000</b>	72,000	<b>67,000</b>	<b>67,000</b>	62,000	<b>67,000</b>	<b>67,000</b>	<b>67,000</b>	<b>67,000</b>	<b>67,000</b>	<b>67,000</b>
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	<b>243,500</b>	<b>243,500</b>	220,000	<b>243,500</b>	<b>243,500</b>	267,000	<b>243,500</b>	<b>243,500</b>	<b>243,500</b>	<b>243,500</b>	<b>243,500</b>	<b>243,500</b>
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	<b>7,700</b>	<b>7,700</b>	7,600	<b>7,700</b>	<b>7,700</b>	7,800	<b>7,700</b>	<b>7,700</b>	<b>7,700</b>	<b>7,700</b>	<b>7,700</b>	<b>7,700</b>
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	250	250	<b>558,000</b>	<b>558,000</b>	612,000	<b>558,000</b>	<b>558,000</b>	504,000	<b>558,000</b>	<b>558,000</b>	<b>558,000</b>	<b>558,000</b>	<b>558,000</b>	<b>558,000</b>
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbmatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	<b>28,900</b>	<b>28,900</b>	29,700	<b>28,900</b>	<b>28,900</b>	28,100	<b>28,900</b>	<b>28,900</b>	<b>28,900</b>	<b>28,900</b>	<b>28,900</b>	<b>28,900</b>
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	<b>1,150</b>	<b>1,150</b>	1,400	<b>1,150</b>	<b>1,150</b>	0,900	<b>1,150</b>	<b>1,150</b>	<b>1,150</b>	<b>1,150</b>	<b>1,150</b>	<b>1,150</b>

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 6.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 1 Año 2016



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 6: EFLUENTE 1 AÑO 2016

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2016											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	0,000	<b>0,250</b>	0,000	1,000	0,500	0,750	0,000	0,000	0,003	0,001
Aluminio	Al	mg/l	5	5	0,045	0,047	0,028	0,024	0,033	0,000	0,017	0,008	0,008	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>	0,001
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	0,000	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	0,000	0,009	0,001	0,013
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0,000	0,000	<b>0,003</b>	0,000	0,020	0,000	0,010	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000
Cobre	Cu	mg/l	1	1	0,188	1,300	0,170	0,050	0,030	2,390	1,210	1,800	0,000	0,060	0,340	0,130
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	0,371	0,383	1,235	1,236	0,990	0,726	0,860	0,790	0,677	0,727	1,063	0,919
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	2000,000	2000,000	<b>131936,444</b>	11000,000	12000,000	<b>131936,444</b>	15000,000	43000,000	1100000,000	2400,000	28,000	<b>131936,444</b>
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	71,000	74,000	93,000	33,000	57,000	82,000	70,000	76,000	<b>69,500</b>	<b>69,500</b>	<b>69,500</b>	<b>69,500</b>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	0,062	0,057	<b>0,130</b>	0,080	0,071	0,477	0,274	0,376	0,030	0,000	0,000	0,000
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	0,050	0,000	0,000	0,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	<b>115,800</b>	<b>115,800</b>	<b>115,800</b>	<b>115,800</b>	<b>115,800</b>	104,000	112,000	120,000	<b>115,800</b>	161,000	<b>115,800</b>	82,000
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	1147,000	1220,000	367,000	484,000	386,000	402,000	394,000	398,000	338,000	<b>541,909</b>	427,000	398,000
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	8,900	8,800	8,400	8,600	8,800	8,300	8,500	8,400	8,500	7,900	8,100	7,900
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	250	250	155,000	159,000	415,000	501,000	415,000	471,000	443,000	457,000	245,000	246,000	420,000	374,000
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	0,099	0,104	0,221	0,524	0,373	0,045	0,209	0,086	<b>0,208</b>	<b>0,208</b>	<b>0,208</b>	<b>0,208</b>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	32,600	33,000	32,400	32,900	32,700	30,000	31,300	30,660	26,900	27,400	29,800	27,500
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,200	0,200	0,800	0,700	0,800	1,200	1,000	1,100	0,500	0,500	0,800	0,100

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 7.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 2 Año 2016



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 7: EFLUENTE 2 AÑO 2016

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2016											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Acéites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	<b>0,256</b>	<b>0,256</b>	0,000	<b>0,256</b>	0,010	1,000	0,505	0,753	0,001	0,017	0,017	0,001
Aluminio	Al	mg/l	5	5	0,018	0,019	0,050	0,060	0,030	0,000	0,015	0,008	0,152	<b>0,038</b>	<b>0,038</b>	0,024
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	0,000	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	0,004	0,008	0,000	0,008
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0,010	0,010	<b>0,011</b>	0,000	0,010	0,020	0,010	0,017	0,000	0,044	0,000	0,000
Cobre	Cu	mg/l	1	1	0,188	2,530	0,080	0,000	0,240	1,970	1,110	1,540	0,310	0,680	0,180	0,030
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	0,772	0,798	0,378	0,190	0,912	0,396	0,650	0,520	0,171	1,498	1,409	1,308
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	11000,000	11000,000	<b>127291,000</b>	110000,000	9000,000	<b>127291,000</b>	9300,000	20000,000	1100000,000	2400,000	210,000	<b>127291,000</b>
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	113,000	118,000	27,000	28,000	46,000	76,000	61,000	69,000	<b>67,250</b>	<b>67,250</b>	<b>67,250</b>	<b>67,250</b>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	0,076	0,070	<b>0,093</b>	0,023	0,050	0,335	0,192	0,264	0,000	0,000	0,000	0,000
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	<b>0,038</b>	<b>0,038</b>	<b>0,038</b>	<b>0,038</b>	<b>0,038</b>	<b>0,038</b>	<b>0,038</b>	<b>0,038</b>	0,066	0,076	0,008	0,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	1683,000	1790,000	418,000	433,000	682,000	410,000	546,000	478,000	562,000	<b>778,000</b>	<b>778,000</b>	<b>778,000</b>
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	8,900	8,800	8,200	8,800	8,900	8,600	8,700	8,700	8,600	8,200	8,500	8,300
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	250	250	363,000	372,000	133,000	70,000	133,000	557,000	345,000	451,000	152,000	474,000	501,000	492,000
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	0,177	0,186	0,037	0,087	0,062	0,268	0,165	0,242	<b>0,153</b>	<b>0,153</b>	<b>0,153</b>	<b>0,153</b>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	33,200	33,700	31,600	33,800	32,700	28,500	30,600	29,550	27,100	28,400	28,500	28,200
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,200	0,200	0,700	0,600	0,700	0,200	0,400	0,300	0,200	0,600	0,500	0,100

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 8.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 1 Año 2017



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



#### ANEXO 8: EFLUENTE 1 AÑO 2017

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2017											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	0,001	<b>0,012</b>	0,005	<b>0,012</b>	0,020	0,020	0,020	<b>0,012</b>	0,010	0,010	0,010	<b>0,012</b>
Aluminio	Al	mg/l	5	5	0,017	<b>0,013</b>	0,000	<b>0,013</b>	0,001	0,003	0,000	<b>0,013</b>	0,032	0,030	0,023	<b>0,013</b>
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	0,007	<b>0,006</b>	0,000	<b>0,006</b>	0,013	0,009	0,011	<b>0,006</b>	0,002	0,002	0,005	<b>0,006</b>
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0,000	<b>0,004</b>	0,001	<b>0,004</b>	0,000	0,000	0,000	<b>0,004</b>	0,000	0,000	0,030	<b>0,004</b>
Cobre	Cu	mg/l	1	1	0,000	<b>0,030</b>	0,010	<b>0,030</b>	<b>0,030</b>	0,020	0,010	<b>0,030</b>	0,060	0,061	0,050	<b>0,030</b>
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	0,189	<b>0,096</b>	0,000	<b>0,096</b>	0,129	0,034	0,122	<b>0,096</b>	0,076	0,072	0,144	<b>0,096</b>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	1100000,000	<b>157850,0</b>	9300,000	<b>157850,0</b>	110000,000	1500,000	21000,000	<b>157850,0</b>	21000,000	0,000	0,000	<b>157850,0</b>
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	<b>379,200</b>	<b>379,200</b>	<b>379,200</b>	<b>379,200</b>	<b>379,200</b>	342,000	280,000	<b>379,200</b>	480,000	485,000	309,000	<b>379,200</b>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	0,000	<b>0,033</b>	0,030	<b>0,033</b>	0,010	0,023	0,048	<b>0,033</b>	0,056	0,059	0,035	<b>0,033</b>
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	0,001	<b>0,061</b>	0,084	<b>0,061</b>	0,339	0,012	0,013	<b>0,061</b>	0,013	0,023	0,000	<b>0,061</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	48,000	<b>104,125</b>	48,000	<b>104,125</b>	185,000	80,000	70,000	<b>104,125</b>	120,000	120,000	162,000	<b>104,125</b>
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	380,000	<b>351,875</b>	380,000	<b>351,875</b>	465,000	355,000	375,000	<b>351,875</b>	217,000	204,000	439,000	<b>351,875</b>
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	7,900	<b>8,213</b>	8,000	<b>8,213</b>	8,600	8,600	8,200	<b>8,213</b>	8,500	7,800	8,100	<b>8,213</b>
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	250	250	279,000	<b>307,750</b>	40,000	<b>307,750</b>	539,000	56,000	524,000	<b>307,750</b>	421,000	90,000	513,000	<b>307,750</b>
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	0,010	0,000	<b>0,005</b>	0,004	0,005	0,005	<b>0,005</b>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	27,500	<b>27,563</b>	30,400	<b>27,563</b>	32,800	26,700	23,100	<b>27,563</b>	27,400	27,500	25,100	<b>27,563</b>
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	1,200	<b>0,755</b>	0,300	<b>0,755</b>	0,700	0,100	0,900	<b>0,755</b>	0,900	1,440	0,500	<b>0,755</b>

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 9.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 2 Año 2017



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 9: EFLUENTE 2 AÑO 2017

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2017											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Acéites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	0,030	<b>0,015</b>	0,002	<b>0,015</b>	0,020	0,020	0,020	<b>0,015</b>	0,010	0,010	0,010	<b>0,015</b>
Aluminio	Al	mg/l	5	5	0,007	<b>0,018</b>	0,003	<b>0,018</b>	0,002	0,019	0,027	<b>0,018</b>	0,028	0,026	0,029	<b>0,018</b>
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	0,008	<b>0,009</b>	0,007	<b>0,009</b>	0,024	0,012	0,015	<b>0,009</b>	0,005	0,003	0,001	<b>0,009</b>
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0,000	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	0,000	0,000	0,000	<b>0,000</b>	0,000	0,000	0,000	<b>0,000</b>
Cobre	Cu	mg/l	1	1	0,000	<b>0,022</b>	0,010	<b>0,022</b>	<b>0,022</b>	0,020	0,002	<b>0,022</b>	0,050	0,051	0,020	<b>0,022</b>
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	0,189	<b>0,073</b>	0,065	<b>0,073</b>	0,044	0,034	0,119	<b>0,073</b>	0,058	0,055	0,023	<b>0,073</b>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	460000,000	<b>216860,125</b>	1100000,000	<b>216860,125</b>	460000,000	21,000	430,000	<b>216860,125</b>	430,000	640000,000	640000,000	<b>216860,125</b>
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	<b>238,200</b>	<b>238,200</b>	<b>238,200</b>	<b>238,200</b>	<b>238,200</b>	31,000	120,000	<b>238,200</b>	460,000	515,000	65,000	<b>238,200</b>
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	0,000	<b>0,027</b>	0,040	<b>0,027</b>	0,000	0,018	0,015	<b>0,027</b>	0,062	0,065	0,019	<b>0,027</b>
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	0,001	<b>0,029</b>	0,071	<b>0,029</b>	0,072	0,009	0,011	<b>0,029</b>	0,035	0,035	0,000	<b>0,029</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	90,000	<b>109,250</b>	90,000	<b>109,250</b>	126,000	70,000	180,000	<b>109,250</b>	98,000	110,000	110,000	<b>109,250</b>
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	433,000	<b>336,625</b>	433,000	<b>336,625</b>	297,000	294,000	403,000	<b>336,625</b>	219,000	428,000	186,000	<b>336,625</b>
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	7,800	<b>8,325</b>	8,300	<b>8,325</b>	8,600	8,300	8,200	<b>8,325</b>	8,300	8,300	8,800	<b>8,325</b>
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	250	250	383,000	<b>508,000</b>	1172,000	<b>508,000</b>	461,000	564,000	626,000	<b>508,000</b>	384,000	384,000	90,000	<b>508,000</b>
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	0,012	0,000	<b>0,012</b>	0,020	0,023	0,006	<b>0,012</b>
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	27,300	<b>27,413</b>	30,400	<b>27,413</b>	31,100	26,900	23,200	<b>27,413</b>	27,800	26,700	25,900	<b>27,413</b>
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,700	<b>1,218</b>	0,900	<b>1,218</b>	0,800	1,700	0,500	<b>1,218</b>	0,500	3,840	0,800	<b>1,218</b>

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 10.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 1 Año 2018



TESIS: "EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS"

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 10: EFLUENTE 1 AÑO 2018

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permissible		AÑO 2018											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Acéites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	<i>0,850</i>	0,850	<i>0,850</i>									
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	<i>0,005</i>	0,000	0,010									
Aluminio	Al	mg/l	5	5	<i>0,074</i>	0,070	0,078									
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	<i>0,032</i>	0,045	0,018									
Cinc	Zn	mg/l	10	10	<i>0,130</i>	0,240	0,020									
Cobre	Cu	mg/l	1	1	<i>0,001</i>	0,002	0,000									
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	<i>0,045</i>	0,078	0,012									
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	<i>232150,0</i>	460000,000	4300,000									
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	<i>Inapreciable</i>	Inapreciable	Inapreciable									
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	<i>0,014</i>	0,020	0,008									
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	<i>0,009</i>	0,000	0,018									
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	<i>147,000</i>	<i>147,000</i>	147,000									
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	<i>352,500</i>	500,000	205,000									
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	<i>0,700</i>	0,700	<i>0,700</i>									
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	<i>Ausencia</i>	Ausencia	Ausencia									
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	<i>8,085</i>	7,600	8,570									
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	250	250	<i>338,500</i>	480,000	197,000									
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	<i>0,014</i>	0,001	0,027									
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	<i>28,200</i>	26,900	29,500									
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	<i>0,700</i>	1,000	0,400									

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 11.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 2 Año 2018



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 11: EFLUENTE 2 AÑO 2018

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2018											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	<i>0,921</i>	0,921	<i>0,921</i>									
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	<i>0,005</i>	0,000	0,010									
Aluminio	Al	mg/l	5	5	<i>0,080</i>	0,096	0,064									
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	<i>0,008</i>	0,005	0,011									
Cinc	Zn	mg/l	10	10	<i>0,195</i>	0,350	0,040									
Cobre	Cu	mg/l	1	1	<i>0,058</i>	0,002	0,114									
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	<i>0,028</i>	0,056	0,000									
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	<i>460000,00</i>	460000,000	<i>460000,00</i>									
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	<i>Inapreciable</i>	Inapreciable	Inapreciable									
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	<i>0,051</i>	0,017	0,084									
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	<i>0,016</i>	0,000	0,031									
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	<i>120,000</i>	<i>120,000</i>	120,000									
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	<i>431,000</i>	409,000	453,000									
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	<i>0,601</i>	0,601	<i>0,601</i>									
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	<i>Ausencia</i>	Ausencia	Ausencia									
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	<i>8,380</i>	7,490	9,270									
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	250	250	<i>456,000</i>	428,000	484,000									
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	<i>0,007</i>	0,000	0,013									
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	<35	<35	<i>27,650</i>	25,800	29,500									
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	<i>1,000</i>	1,200	0,800									

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 12.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 1 Año 2019



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 12: EFLUENTE 1 AÑO 2019

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2019											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	8,525	8,525	8,525	8,525	8,525	8,525	5,900	11,150	8,525	8,525	8,525	8,525
Arsénico total	As	mg/l	0.5	0.5	0.010	<b>0,004</b>	0.003	<b>0,004</b>	0.010	0.000	0.000	0.001	0.000	0.010	0.010	0.000
Aluminio	Al	mg/l	5	5	0.140	<b>0,055</b>	0.100	<b>0,055</b>	0.031	0.030	0.041	0.080	0.012	<b>0,055</b>	<b>0,055</b>	0.007
Cianuro total	CN	mg/l	0.2	0.2	0.003	<b>0,036</b>	0.010	<b>0,036</b>	0.050	0.002	0.006	0.205	0.012	0.025	0.025	0.017
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0.060	<b>0,075</b>	0.000	<b>0,075</b>	0.000	0.200	0.000	0.194	<b>0,075</b>	<b>0,075</b>	<b>0,075</b>	0.070
Cobre	Cu	mg/l	1	1	0.030	<b>0,179</b>	0.000	<b>0,179</b>	0.030	0.000	0.480	0.050	1.180	0.000	0.000	0.020
Cobalto	Co	mg/l	0.5	0.5	0.079	<b>0,633</b>	0.155	<b>0,633</b>	0.072	0.012	1.226	0.300	0.601	1.891	1.891	0.105
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	2800,000	<b>32832,500</b>	1100,000	<b>32832,500</b>	460,000	1100,000	<b>32832,500</b>	180000,000	<b>32832,500</b>	1100,000	1100,000	75000,000
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0.5	0.5	0.010	<b>0,031</b>	0.004	<b>0,031</b>	0.021	0.027	0.033	0.010	0.026	0.131	<b>0,031</b>	0.017
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0.2	0.2	0.000	<b>0,136</b>	0.000	<b>0,136</b>	0.024	0.041	0.022	0.060	<b>0,136</b>	0.502	0.502	0.070
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	90,000	<b>135,360</b>	144,000	<b>135,360</b>	135,000	61,000	110,000	180,600	146,000	205,000	205,000	77,000
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	241,000	<b>374,157</b>	389,000	<b>374,157</b>	394,000	421,000	358,000	354,570	440,000	459,000	459,000	226,000
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	<b>4,620</b>	<b>4,620</b>	<b>4,620</b>	<b>4,620</b>	<b>4,620</b>	<b>4,620</b>	<b>4,620</b>	4,620	<b>4,620</b>	<b>4,620</b>	<b>4,620</b>	<b>4,620</b>
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	<b>Ausencia</b>	Ausencia	<b>Ausencia</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia	Presencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0.01	0.01	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	0.005	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	<b>34,510</b>	<b>34,510</b>	<b>34,510</b>	<b>34,510</b>	<b>34,510</b>	<b>34,510</b>	<b>34,510</b>	34,510	<b>34,510</b>	<b>34,510</b>	<b>34,510</b>	<b>34,510</b>
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	8,990	<b>8,115</b>	7,710	<b>8,115</b>	8,060	7,910	7,910	8,170	8,140	8,030	8,030	8,200
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	250	250	177,000	<b>336,200</b>	480,000	<b>336,200</b>	341,000	<b>336,200</b>	523,000	160,000	<b>336,200</b>	<b>336,200</b>	<b>336,200</b>	<b>336,200</b>
Sulfuros	S	mg/l	0.5	0.5	0.014	<b>0,260</b>	0.051	<b>0,260</b>	0.017	0.006	0.595	0.122	0.046	0.847	0.847	0.053
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	0.010	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	0.010	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0.25	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	33,500	<b>27,180</b>	32,300	<b>27,180</b>	26,600	24,400	27,300	22,400	25,300	24,200	24,200	31,600
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0.5	0.5	0.100	<b>0,373</b>	0.100	<b>0,373</b>	1,000	0.400	0.100	0.126	0.100	0.900	0.900	0.000

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 13.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 2 Año 2019



TESIS: "EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS"

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 13: EFLUENTE 2 AÑO 2019

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permissible		AÑO 2019											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	<i>3,484</i>	<i>3,484</i>	<i>3,484</i>	<i>3,484</i>	<i>3,484</i>	<i>3,484</i>	7,970	13,670	<i>3,484</i>	<i>3,484</i>	20,170	<i>3,484</i>
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	0,010	<i>0,003</i>	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,010
Aluminio	Al	mg/l	5	5	0,148	<i>0,044</i>	0,000	<i>0,044</i>	0,047	0,000	0,060	0,110	0,037	0,037	0,000	0,000
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	0,007	<i>0,060</i>	0,004	0,013	0,066	0,007	0,000	0,561	0,000	0,000	0,005	0,000
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0,010	<i>0,182</i>	0,040	<i>0,182</i>	0,010	0,150	0,000	0,527	<i>0,182</i>	<i>0,182</i>	0,000	0,720
Cobre	Cu	mg/l	1	1	0,000	<i>37,685</i>	0,000	0,000	0,040	0,000	0,390	0,050	1,200	1,200	411,600	0,060
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	0,090	<i>0,770</i>	0,000	0,168	0,007	0,250	1,624	0,300	1,291	1,291	1,543	1,909
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	700,000	<i>35989,000</i>	93,000	<i>35989,000</i>	210,000	460,000	<i>35989,000</i>	140000,000	<i>35989,000</i>	<i>35989,000</i>	110000,000	460,000
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	Inapreciable	<i>Inapreciable</i>	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	179,000	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	0,005	<i>0,060</i>	0,030	0,019	0,014	0,000	0,032	0,010	0,163	0,163	0,226	0,000
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	0,000	<i>0,082</i>	0,000	<i>0,082</i>	0,000	0,060	0,000	0,048	<i>0,082</i>	<i>0,082</i>	0,482	0,068
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	123,000	<i>150,333</i>	102,000	120,000	205,000	83,000	162,000	225,000	<i>150,333</i>	<i>150,333</i>	174,000	159,000
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	398,000	<i>452,672</i>	262,000	304,000	815,000	430,000	406,000	444,390	560,000	560,000	341,000	459,000
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	<i>5,000</i>	<i>5,000</i>	<i>5,000</i>	<i>5,000</i>	<i>5,000</i>	<i>5,000</i>	<i>5,000</i>	5,000	<i>5,000</i>	<i>5,000</i>	<i>5,000</i>	<i>5,000</i>
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	<i>Ausencia</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	0,005	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	<i>74,150</i>	<i>74,150</i>	<i>74,150</i>	<i>74,150</i>	<i>74,150</i>	<i>74,150</i>	<i>74,150</i>	74,150	<i>74,150</i>	<i>74,150</i>	<i>74,150</i>	<i>74,150</i>
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	8,080	<i>7,974</i>	7,410	7,410	8,270	7,920	8,000	8,180	8,070	8,070	8,010	8,290
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	250	250	201,000	<i>247,333</i>	222,000	220,000	450,000	<i>247,333</i>	127,000	264,000	<i>247,333</i>	<i>247,333</i>	<i>247,333</i>	<i>247,333</i>
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	0,014	<i>0,269</i>	0,013	0,081	0,026	0,017	0,816	0,121	0,019	0,019	0,906	0,927
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	0,010	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	0,010	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	34,200	<i>27,656</i>	30,700	31,000	25,600	24,000	27,020	22,200	25,000	25,000	28,000	31,500
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	1,100	<i>0,498</i>	0,100	0,400	0,600	0,800	0,200	0,275	0,700	0,700	0,600	0,000

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 14.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 1 Año 2020



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 14: EFLUENTE 1 AÑO 2020

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2020											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	0,000	0,000	<b>0,000</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Aluminio	Al	mg/l	5	5	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	0,008	0,000	<b>0,008</b>	0,017	<b>0,008</b>	0,009	0,009	0,009	0,004	0,004	<b>0,008</b>	<b>0,008</b>
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0,000	<b>0,031</b>	<b>0,031</b>	<b>0,031</b>	<b>0,031</b>	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cobre	Cu	mg/l	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	1,570	1,337	<b>1,183</b>	0,000	1,417	1,593	<b>1,183</b>	<b>1,183</b>	<b>1,183</b>	<b>1,183</b>	<b>1,183</b>	<b>1,183</b>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	1100,000	2200,000	<b>223115,909</b>	75,000	1500,000	2400000,000	21000,000	21000,000	15000,000	2400,000	1100,000	2400,000
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	0,045	0,004	<b>0,082</b>	0,017	0,098	0,236	0,090	0,090	<b>0,082</b>	<b>0,082</b>	<b>0,082</b>	0,079
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	0,070	0,040	<b>0,080</b>	0,070	<b>0,080</b>	0,125	0,125	0,125	0,122	0,110	0,007	0,007
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	112,000	<b>141,778</b>	<b>141,778</b>	77,000	117,000	<b>141,778</b>	204,000	204,000	104,000	104,000	168,000	186,000
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	280,000	357,000	<b>372,091</b>	226,000	406,000	480,000	463,000	463,000	202,000	224,000	487,000	505,000
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	<b>76,750</b>	<b>76,750</b>	<b>76,750</b>	<b>76,750</b>	<b>76,750</b>	80,000	86,000	86,000	<b>76,750</b>	<b>76,750</b>	<b>76,750</b>	55,000
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	7,450	7,860	<b>7,688</b>	8,200	7,330	7,640	7,950	7,950	7,340	7,200	7,730	7,920
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	250	250	<b>613,200</b>	<b>613,200</b>	<b>613,200</b>	<b>613,200</b>	593,000	532,000	<b>613,200</b>	<b>613,200</b>	<b>613,200</b>	664,000	616,000	661,000
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	0,121	5,000	<b>0,831</b>	0,053	0,617	0,970	0,695	0,695	0,094	0,070	0,773	0,053
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	31,900	34,900	<b>28,273</b>	31,600	30,100	29,000	25,900	25,900	24,700	24,700	24,900	27,400
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,400	0,000	<b>0,293</b>	0,000	1,200	<b>0,293</b>	<b>0,293</b>	<b>0,293</b>	0,300	0,245	0,100	0,100

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 15.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar 2 Año 2020



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 15: EFLUENTE 2 AÑO 2020

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible		AÑO 2020											
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Acétes y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	0,000	0,000	<b>0,003</b>	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
Aluminio	Al	mg/l	5	5	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	0,000	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	0,027	0,027	0,000	0,000	<b>0,009</b>	0,000
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	0,050	0,008	<b>0,011</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,011</b>	0,014	0,015	<b>0,011</b>	<b>0,011</b>
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0,000	<b>0,016</b>	<b>0,016</b>	<b>0,016</b>	<b>0,016</b>	0,090	0,000	0,000	0,000	0,020	<b>0,016</b>	0,000
Cobre	Cu	mg/l	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	1,570	1,295	<b>1,374</b>	1,909	1,909	0,185	<b>1,374</b>	<b>1,374</b>	<b>1,374</b>	<b>1,374</b>	<b>1,374</b>	<b>1,374</b>
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	460,000	11000,000	<b>23692,000</b>	460,000	7500,000	2400,000	1500,000	11000,000	1100,000	2400,000	<b>23692,000</b>	1100,000
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	0,101	0,045	<b>0,035</b>	0,000	0,000	0,066	0,013	0,013	<b>0,035</b>	<b>0,035</b>	<b>0,035</b>	0,045
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	0,068	0,072	<b>0,139</b>	0,068	0,068	0,165	0,165	0,165	0,412	0,350	0,000	0,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	138,000	<b>121,200</b>	<b>121,200</b>	159,000	159,000	57,000	69,000	98,000	143,000	97,000	134,000	158,000
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	274,000	333,000	<b>291,182</b>	459,000	459,000	211,000	189,000	205,000	212,000	198,000	287,000	376,000
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	<b>31,850</b>	<b>31,850</b>	<b>31,850</b>	<b>31,850</b>	<b>31,850</b>	24,000	22,000	23,400	<b>31,850</b>	<b>31,850</b>	<b>31,850</b>	58,000
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	7,490	7,780	<b>7,845</b>	8,290	8,290	7,790	7,950	8,460	7,220	7,230	<b>7,845</b>	7,950
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	250	250	<b>214,667</b>	<b>214,667</b>	<b>214,667</b>	<b>214,667</b>	<b>214,667</b>	62,000	<b>214,667</b>	<b>214,667</b>	<b>214,667</b>	162,000	<b>214,667</b>	420,000
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	0,077	0,015	<b>0,341</b>	0,927	0,927	0,076	0,000	0,000	0,710	0,610	<b>0,341</b>	0,070
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	31,300	34,500	<b>28,370</b>	31,500	31,500	29,000	26,500	22,900	24,500	24,500	<b>28,370</b>	27,500
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,100	0,000	<b>0,188</b>	0,000	0,000	<b>0,188</b>	<b>0,188</b>	<b>0,188</b>	0,600	0,400	0,200	0,200

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 16.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar #1 (Efluente Año 2015 – 2020)



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 16: MEDIA SISTEMA LAGUNAR #1 (EFLUENTE AÑO 2015 - 2020)

Parámetro	Expresado como	Unidad	Limite Máximo Permisible		MEDIA (2015 - 2020)					
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	6,000	<b>5,125</b>	<b>5,125</b>	0,850	8,525	<b>5,125</b>
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	0,005	0,250	0,012	0,005	0,004	0,000
Aluminio	Al	mg/l	5	5	0,022	0,021	0,013	0,074	0,055	0,000
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	0,005	0,005	0,006	0,032	0,036	0,008
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0,005	0,003	0,004	0,130	0,075	0,031
Cobre	Cu	mg/l	1	1	0,220	0,639	0,030	0,001	0,179	<b>0,214</b>
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	1,119	0,831	0,096	0,045	0,633	1,183
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	10000,000	131936,444	157850,000	232150,000	32832,500	223115,909
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	57,500	69,500	379,200	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	0,341	0,130	0,033	0,014	0,031	0,082
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	-	0,013	0,061	0,009	0,136	0,080
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	110,000	115,800	104,125	147,000	135,360	141,778
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	294,500	541,909	351,875	352,500	374,157	372,091
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	<b>2,660</b>	<b>2,660</b>	<b>2,660</b>	0,700	4,620	<b>2,660</b>
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	0,005	<b>0,005</b>
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	<b>55,630</b>	<b>55,630</b>	<b>55,630</b>	<b>55,630</b>	34,510	76,750
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	7,600	8,425	8,213	8,085	8,115	7,688
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	250	250	247,000	358,417	307,750	338,500	336,200	613,200
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	0,380	0,208	0,005	0,014	0,260	0,831
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	0,010	<b>0,010</b>
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	0,010	<b>0,010</b>
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	28,350	30,597	27,563	28,200	27,180	28,273
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,450	0,658	0,755	0,700	0,373	0,293

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 17.

### Datos estadísticos con sustitución por la media del Sistema Lagunar #2 Año 2015 – 2020



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR



ANEXO 17: MEDIA SISTEMA LAGUNAR #2 (EFLUENTE AÑO 2015 - 2020)

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permissible		MEDIA (2015 - 2020)					
			(A) Descargas en zona de rompientes	(B) Descargas mediante emisarios submarinos	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30	4,000	<b>3,673</b>	<b>3,673</b>	0,921	6,097	<b>3,673</b>
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5	0,000	0,256	0,015	0,005	0,004	0,003
Aluminio	Al	mg/l	5	5	0,060	0,038	0,018	0,080	0,044	0,009
Cianuro total	CN	mg/l	0,2	0,2	0,000	0,004	0,009	0,008	0,060	0,011
Cinc	Zn	mg/l	10	10	0,025	0,011	0,000	0,195	0,182	0,016
Cobre	Cu	mg/l	1	1	0,085	0,738	0,022	0,058	37,685	<b>7,71770</b>
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5	0,195	0,750	0,073	0,028	0,770	1,374
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000	2000	5000,000	137898,583	216860,125	460000,000	35989,000	23692,000
Color	Color verdadero	unidades de color	*Inapreciable en dilución: 1/20	*Inapreciable en dilución: 1/20	132,000	67,250	238,200	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5	0,000	0,093	0,027	0,051	0,060	0,035
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2	-	0,038	0,029	0,016	0,082	0,139
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400	67,000	<b>113,557</b>	109,250	120,000	150,333	121,200
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400	600	243,500	778,000	336,625	431,000	452,672	291,182
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20	20	<b>2,801</b>	<b>2,801</b>	<b>2,801</b>	0,601	5,000	<b>2,801</b>
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Presencia	<b>Ausencia</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	0,005	0,000
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40	40	<b>53,000</b>	<b>53,000</b>	<b>53,000</b>	<b>53,000</b>	74,150	31,850
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9	6-9	7,700	8,600	8,325	8,380	7,974	7,845
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	250	250	558,000	336,917	508,000	456,000	247,333	214,667
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5	0,000	0,153	0,012	0,007	0,269	0,341
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	50	50	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	0,010	<b>0,010</b>
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	100	100	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	0,010	<b>0,010</b>
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	< 35	< 35	28,900	30,488	27,413	27,650	27,656	28,370
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	1,150	0,392	1,218	1,000	0,498	0,188

Nota: \*Valores en negrita y cursiva representan valores imputados; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 18.

### Resultados de la eficiencia de remoción de carga contaminante del Sistema Lagunar #1 Año 2015 – 2020



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA

TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR

ANEXO 18: EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE CARGA CONTAMINANTE DEL SISTEMA LAGUNAR #1 AÑO 2015 - 2020



Parámetro	Expresado como	Unidad	EFICIENCIA % (2015 - 2020)					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	-20%	-37%	-17%	81%	-95%	-17%
Arsénico total	As	mg/l	100%	89%	99%	100%	100%	100%
Aluminio	Al	mg/l	52%	53%	70%	-65%	-23%	100%
Cianuro total	CN	mg/l	44%	-	-36%	-600%	-689%	-67%
Cinc	Zn	mg/l	92%	63%	89%	-253%	-103%	15%
Cobre	Cu	mg/l	58%	6%	95%	100%	70%	64%
Cobalto	Co	mg/l	10%	-88%	89%	95%	25%	-40%
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	50%	97%	94%	91%	99%	91%
Color	Color verdadero	unidades de color	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	46%	50%	93%	97%	93%	81%
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	-	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	3%	63%	51%	31%	36%	33%
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	42%	57%	60%	60%	57%	58%
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	*	*	*	*	*	*
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	70%	41%	57%	53%	53%	14%
Sulfuros	S	mg/l	44%	41%	99%	97%	49%	-62%
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	*	*	*	*	*	*
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	82%	64%	65%	68%	83%	86%

Nota: \*Valores sin unidades; \*No existe registro de ningún mes (-).

## Anexo 19.

### Resultados de la eficiencia de remoción de carga contaminante del Sistema Lagunar #2 Año 2015 – 2020



TESIS: “EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OPERADO POR AGUAPEN E.P. DE LA PARROQUIA ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS”

AUTOR: KLEBER GUARANDA  
TUTOR (A): ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR

ANEXO 19: EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE CARGA CONTAMINANTE DEL SISTEMA LAGUNAR #2 AÑO 2015 - 2020



Parámetro	Expresado como	Unidad	EFICIENCIA % (2015 - 2020)					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aceites y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	20%	2%	16%	79%	-39%	16%
Arsénico total	As	mg/l	100%	89%	99%	100%	100%	100%
Aluminio	Al	mg/l	-33%	16%	61%	-79%	2%	80%
Cianuro total	CN	mg/l	100%	0%	-108%	-78%	-1239%	-142%
Cinc	Zn	mg/l	62%	-26%	100%	-429%	-394%	57%
Cobre	Cu	mg/l	84%	-9%	96%	90%	-6189%	-1188%
Cobalto	Co	mg/l	84%	-70%	91%	97%	9%	-63%
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	75%	97%	92%	82%	99%	99%
Color	Color verdadero	unidades de color	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	100%	64%	94%	89%	86%	92%
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	-	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	41%	64%	49%	44%	30%	43%
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	52%	38%	62%	51%	49%	67%
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	-	-	-	-	-	-
Materia Flotante	Visibles	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	-	-	-	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	-	*	*	*	*	*	*
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	32%	45%	29%	36%	65%	70%
Sulfuros	S	mg/l	100%	57%	98%	99%	48%	33%
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	ug/l	-	-	-	-	-	-
Carbamatos	Especies totales	mg/l	-	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	-	*	*	*	*	*	*
Tensoactivos	Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	54%	78%	44%	54%	77%	91%

Nota: \*Valores sin unidades; \*No existe registro de ningún mes (-).

**Anexo 20.***Resultados de la batimetría del sistema lagunar Anconcito*

Tipo de laguna	Número	Nivel de Agua (m)	Volumen de Azolvamiento (m <sup>3</sup> )	Longitud Sección Media	Ancho Sección Media	Capacidad de almacenamiento de lagunas (m <sup>3</sup> )	Pérdida por azolvamiento
Facultativa	1	2.13	3,265.52	60.94	74.24	9,635.08	34%
Facultativa	2	2.18	3,341.80	61.57	73.77	9,900.13	34%
Maduración	3	1.58	649.08	31.37	72.95	3,615.74	18%
Maduración	4	1.67	742.44	31.22	73.12	3,811.42	19%
			<b>7,998.84</b>			<b>26,962.35</b>	<b>30%</b>

*Nota.* Datos proporcionados por AGUAPEN E.P.