



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

VERTIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA LA IBERIA Y SU  
INCIDENCIA EN LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO AGUA  
DEL ESTERO MOGROVEJO

AVILA RIVERA DIANA BELEN  
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

ORTEGA MOROCHO BORIS JAIRO  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

VERTIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA LA IBERIA Y SU  
INCIDENCIA EN LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO  
AGUA DEL ESTERO MOGROVEJO

AVILA RIVERA DIANA BELEN  
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

ORTEGA MOROCHO BORIS JAIRO  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TRABAJO TITULACIÓN  
PROYECTO INTEGRADOR

VERTIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA LA IBERIA Y SU INCIDENCIA EN LA  
CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO AGUA DEL ESTERO MOGROVEJO

AVILA RIVERA DIANA BELEN  
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

ORTEGA MOROCHO BORIS JAIRO  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

POMA LUNA DARWIN AMABLE

MACHALA, 28 DE ABRIL DE 2021

MACHALA  
2021

# VERTIDOS URBANOS

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	<1 %
2	vlex.ec Fuente de Internet	<1 %
3	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
4	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
5	www.concesioneschile.cl Fuente de Internet	<1 %
6	www.estrucplan.com.ar Fuente de Internet	<1 %
7	www.ingenieriaquimicareviews.com Fuente de Internet	<1 %
8	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
9	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %

---

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, AVILA RIVERA DIANA BELEN y ORTEGA MOROCHO BORIS JAIRO, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado VERTIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA LA IBERIA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO AGUA DEL ESTERO MOGROVEJO, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.


Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

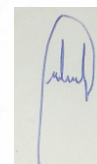
Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 28 de abril de 2021



AVILA RIVERA DIANA BELÉN  
0750587339



ORTEGA MOROCHO BORIS JAIRO  
0706146396



## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo a Dios, por habernos guiado por el buen camino brindándonos fortalezas y para poder cumplir con nuestras metas, a nuestras familias por ser un pilar fundamental apoyándonos durante el transcurso del proyecto.

*Los autores*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios, al Dr, Darwin Poma Luna nuestro tutor quien nos ha guiado en el transcurso del proyecto impartiendo los conocimientos que hemos adquirido, a las autoridades de la parroquia quienes nos han brindado información para realizar la presente investigación a nuestra familia por el apoyo brindado.

*Los autores*

## RESUMEN

Las descargas de aguas residuales directas a los cuerpos de agua sin previo tratamiento, se han convertido en uno de los principales problemas de contaminación ambiental y alteración en la calidad de vida de las personas que habitan en el sector. La parroquia La Iberia cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales desde hace 8 años, esta planta tiene una estructura incompleta por lo cual únicamente presenta tratamiento primario teniendo déficit en la parte biológica, además las instalaciones están en malas condiciones y no se encuentran en funcionamiento, por lo cual las aguas residuales son vertidas al canal Mogrovejo.

Para determinar el nivel de contaminación que existe en el cuerpo de agua donde descargan las aguas residuales se realizó un análisis de agua, mediante la ayuda de un laboratorio certificado, la cual permita tener un mejor conocimiento acerca de la contaminación que se está dando en dicho lugar.

La infraestructura de la PTAR que se encuentra en la parroquia La Iberia, está en pésimas condiciones debido a que no se ha realizado un monitoreo y seguimiento de la misma, es decir solo cuenta con el tratamiento primario, por lo cual la propuesta trata acerca de una Implementación de un sistema de tratamiento biológico y lodos activados previo a realizar descargas al estero Mogrovejo.

Dicha Implementación tendrán los siguientes beneficios tanto como para la parte Socio Ambiental, debido a que esta infraestructura, al contar con todos los procesos para la depuración de las aguas residuales domésticas que son descargadas de forma directa a Estero tendrán un previo tratamiento, el cual cumplirán con todos los Límites Máximos Permisibles según lo expuesto en el TULSMA.

Dentro de la infraestructura de la PTAR, contará con la siguiente estructura para garantizar el debido tratamiento del recurso hídrico.

En la fase de Pretratamiento inicia con el ingreso de las aguas residuales a tratar a través de



un Parshall y para seguir su proceso al pasar por un sistema de rejillas o también denominado cribas el mismo que ayuda a retener sólidos de gran tamaño, por otra parte en el tratamiento primario se realiza a través de la separación por gravedad, centrífugas de separación, Desarenador y Tanques clarificadores primarios o de sedimentación, estos tanques contienen el agua residual por varias horas, la finalidad de estos tanques es que las partículas más pesadas producidas por los lodos activados se asienten en el fondo, mientras que los residuos flotantes, al ser más ligeros como la grasa y cabellos queden en la superficie.

Toda este proceso de la propuesta requerida, es para bajar los niveles de contaminación que actualmente se encuentran dentro de lo que es el Estero Mogrovejo, ya que según los análisis realizados dentro de la misma, sobrepasa los LMP, esto es debido a que no cuenta con un previo tratamiento alguno antes de ser desembocados de forma directa, por otra parte algunos parámetros requeridos no constaban en la Normativa Ambiental Ecuatoriana, es decir que se los comparó con algunas Normativas Internacionales que ayuden a verificar el nivel máximo establecido en las descargas de aguas residuales a un cuerpo de agua dulce.

**Palabras claves:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Normativa Legal, Tratamiento biológico, lodos residuales.

## **ABSTRACT**

Direct wastewater discharges to bodies of water without prior treatment have become one of the main problems of environmental pollution and alteration in the quality of life of the people who live in the sector. The La Iberia parish has had a Wastewater Treatment Plant for 8 years, this plant has an incomplete structure for which it only presents primary treatment with a deficit in the biological part, in addition the facilities are in poor condition and are not in operation, for which the wastewater is discharged into the Mogrovejo canal.

To determine the level of contamination that exists in the body of water where the wastewater is discharged, a water analysis was carried out, through the help of a certified laboratory, which allows to have a better knowledge about the contamination that is occurring in said place.

The infrastructure of the WWTP that is located in the La Iberia parish is in terrible condition because it has not been monitored and followed up, that is, it only has primary treatment, so the proposal deals with an Implementation of a biological treatment system and activated sludge prior to discharge to the Mogrovejo estuary.

Said Implementation will have the following benefits as well as for the Socio-Environmental part, because this infrastructure, by having all the processes for the purification of domestic wastewater that are discharged directly to Estero, will have a previous treatment, which will comply with all the Maximum Permissible Limits as set forth in the TULSMA.

Within the infrastructure of the WWTP, it will have the following structure to guarantee the proper treatment of the water resource.

In the Pretreatment phase, it begins with the entry of the wastewater to be treated through a Parshall and to continue its process by passing through a system of grids or also called screens, which helps to retain large solids, on the other hand In the primary treatment, it is carried out through gravity separation, separation centrifuges, Desander and primary clarifying or sedimentation tanks, these tanks contain waste water for several hours, the purpose of these

tanks is that the heaviest particles produced by activated sludge settles to the bottom, while floating waste, being lighter like oil and hair, remains on the surface.

All this process of the required proposal is to lower the levels of contamination that are currently within what is the Estero Mogrovejo, since according to the analyzes carried out within it, it exceeds the LMP, this is because it does not count with any previous treatment before being discharged directly, on the other hand, some required parameters were not included in the Ecuadorian Environmental Regulations, that is, they were compared with some International Regulations that help to verify the maximum level established in water discharges. residuals to a body of fresh water.

**Keywords:** Wastewater Treatment Plant, Legal Regulations, biological treatment, waste sludge.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1. DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO.....</b>	<b>14</b>
<b>Concepciones, normas o enfoques diagnósticos. ....</b>	<b>14</b>
<i>Concepciones.....</i>	<i>14</i>
<i>Normativa Legal.....</i>	<i>21</i>
<i>Enfoque Diagnóstico.....</i>	<i>22</i>
<b>Descripción del proceso de diagnóstico.....</b>	<b>23</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>26</b>
<b>Análisis de contexto y desarrollo de matriz de requerimientos.....</b>	<b>34</b>
<b>Selección de Requerimientos a Intervenir: Justificación.....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO 2. PROPUESTA INTEGRADORA.....</b>	<b>37</b>
<b>Descripción de la Propuesta.....</b>	<b>37</b>

<b>Objetivos de la Propuesta.....</b>	<b>38</b>
<i>Objetivo General.....</i>	<i>38</i>
<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>38</i>
<b>Componentes estructurales .....</b>	<b>38</b>
<b>Fases de implementación.....</b>	<b>44</b>
<b>Recursos Logísticos.....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO 3. VALORACIÓN DE LA FACTIBILIDAD.....</b>	<b>49</b>
<b>Análisis de la dimensión técnica.....</b>	<b>49</b>
<b>Análisis de la dimensión económica.....</b>	<b>50</b>
<b>Análisis de la dimensión social. ....</b>	<b>51</b>
<b>Análisis de la dimensión ambiental.....</b>	<b>52</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>BICLIOGRAFÍAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales domésticas son las que tienen un efecto más nocivo en el ambiente, ya que son provenientes de las diferentes actividades dentro de los hogares y a su vez son liberados de manera libre dentro del medio natural, haciendo que este recurso no sea apto para la utilización de ningún uso que se le requiera dar, teniendo en cuenta que el nivel de contaminación que este líquido posee es de nivel elevado por las diferentes presencias de sólidos disueltos en el agua.

Dado que la carga volumétrica es superior en el filtro por la existencia de carga orgánica alta debido a las descargas generadas en el cuerpo de agua receptor, el cual es significativo para el sistema biológico adherido en el medio filtrante para la remoción de la materia orgánica; las aguas residuales no tratadas generalmente presentan un alto contenido de materia orgánica, además de compuestos inorgánicos oxidables. *(Ruiz, et al. 2016)*

Desde la antigüedad, las personas no realizan ningún tratamiento previo en el agua, pero sin embargo con el pasar de los tiempos, las sentaciones humanas fueron creciendo y por ende se comenzó a contaminar el recurso hídrico de manera desfavorable por medio de las diferentes actividades que se realizan, haciendo que este deba tener un previo tratamiento antes de ser arrojados a algún cuerpo de agua. Según *(Sánchez and García Gualoto 2018)* afirmaron lo siguiente “la mayoría de estos sistemas de tratamiento son plantas convencionales construidas en las etapas finales de los sistemas de alcantarillado, los cuales se ubican antes de una descarga a cuerpos de agua”.

Para que las aguas residuales se encuentren en buen estado se debe realizar el tratamiento biológico lo que ayudará a obtener el agua tratada de mejor calidad, por lo tanto *(Mejía-López et al. 2017)* manifiestan que “tratamiento biológico es una opción para depurar las aguas residuales y que se basa en la capacidad que tienen los microorganismos para metabolizar y

convertir la materia orgánica, en suspensión y disuelta, en tejido celular nuevo y diferentes gases”.

La reutilización de aguas residuales tratadas actualmente cobran especial interés porque son la única forma de ampliar la oferta hídrica de un ecosistema y una alternativa para evitar la contaminación de las fuentes hídricas.*(Rojas et al. 2016)*

La empresa pública del agua y alcantarillado del cantón el Guabo, es el encargado del tratamiento de las agua residuales domesticas que son provenientes de la parroquia La Iberia, la cuales constan con alrededor de 2.894 habitantes, para determinar el índice de la calidad de agua donde actualmente son descargados las aguas residuales domésticas provenientes de las diferentes actividades de la parroquia, fueron los diferentes parámetros establecidos fueron, DQO, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Suspendidos Volátiles, Nitrógeno de Amoniac, Nitrógeno Orgánico, Aceites y grasas, Tensoactivos-Detergentes, Potencial de Hidrógeno, Temperatura, Sulfatos, Coliformes Totales, Coliformes fecales, Microorganismos, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, las cuales todos se analizaron en el Laboratorio Químico Grupo Marcos de la Ciudad de Guayaquil, en la cual hicieron uso de diferentes herramientas para proceder a la toma de muestra de agua.

## **CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO**

### **Concepciones, normas o enfoques diagnósticos**

#### ***Concepciones***

##### ***Aguas Residuales***

Son aquellas que han sido usadas por el hombre y desechadas provenientes de aseo personal, cocina, limpieza de los domicilios, procedentes contienen heces y orina, microorganismos, materia orgánica, detergentes entre otros.

Por lo tanto (*Grillet et al. 2016*) manifiestan que “el vertido y manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas impactan negativamente sobre el medio ambiente” estas aguas al ser descargada de manera directa o indirecta en un cuerpo de agua ocasiona problemas en la salud de las personas y alterando la calidad de vida de las mismas.

##### ***Vertidos urbanos***

Son los residuos líquidos o también denominados aguas negras, contiene presencia de materia orgánica que se encuentra disuelta o suspendida, además deben ser medidos por la demanda química de oxígeno y la demanda biológica de oxígeno. Por otra parte (*González Marañón et al. 2020*) afirman que los “vertido de aguas residuales domésticas transportan un alto contenido de coliformes que representa un serio peligro para la salud de las personas”, al hacer uso de esas aguas superficiales las mismas que están alteradas sus condiciones naturales.

##### ***Cuerpo Receptor***

De acuerdo a la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua, del TULSMA se entiende como cuerpo receptor, a cualquier océano, río, embalse, arroyo, entre otros, sobre los cuales se vierten las aguas con o sin tratamiento, que proceden de fábricas, domicilios, y actividades de producción que normalmente causan afectaciones ambientales por la carga contaminante de las mismas, y que por lo tanto disminuyen su valor ecológico, cultural, y estético. Según la fuente de contaminación, está cargada de agentes causantes de



enfermedades, o de químicos sintéticos de difícil asimilación para el entorno, y que terminan siendo nocivos para la biocenosis. Por ejemplo, el agua de cloaca que se vierte sobre los cuerpos de agua tiene contenido de materia orgánica, así como de otras sustancias sintéticas, que proceden de la industria farmacéutica, fabricación de detergentes, y otros, productos elaborados para el aseo unipersonal y del hogar. *(Césares y De Cabo, 2018, pág. 661).*

### ***Calidad de agua***

La calidad de agua es el término utilizado para referirnos a las características físicas, químicas y biológicas del recurso hídrico teniendo en cuenta los límites máximos permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria y Medio Ambiente, que a su vez nos permite identificar si el agua se encuentra en condiciones adecuadas para su uso.

Según *(Quiñones Huatangari et al. 2020)* han afirmado lo siguiente:

El deterioro de las fuentes de abastecimiento de agua incide directamente en el nivel de riesgo sanitario presente y en el tipo de tratamiento requerido para su reducción, por lo que la evaluación de la calidad del agua permite tomar acciones de control y mitigación del mismo, garantizando el suministro de agua segura.

### ***Demanda Química de Oxígeno***

Según *(de la Lanza Espino and Hernández Puli...)* establece que este parámetro es “empleado para medir la calidad de aguas residuales o tratadas, pero también puede ser empleado para la estimación de la cantidad de materia orgánica”, las mismas que pueden sean biodegradables o no biodegradables; se expresa en mg/l el mismo que necesita de dicromato potásico para la oxidación de la materia orgánica.

### ***Sólidos Suspendidos Totales***

Para la Organización Meteorológica Mundial (2012), son los que definen la carga absoluta de la materia orgánica e inorgánica en una parte de agua en unidades de masa o densidad. Para Kulkarni (2011), valores superiores a mil miligramos por litro, dificultan el desarrollo de la

vida acuática y la continuidad de sus procesos ecológicos, ya que estas sustancias dificultan el paso de la luz solar. Además, el tamaño de las partículas, de por lo menos sesenta y tres micrómetros, facilita el paso de ciertas sustancias peligrosas para los seres vivos, como se citó en (Gómez & Delance, 2014, pág. 20).

### ***Sólidos Suspendidos Volátiles***

Son aquellos materiales que luego de haber sufrido un proceso de separación térmica, a una temperatura promedio de quinientos cincuenta grados centígrados se volatiliza, es decir, pasa de un estado sólido o líquido a gaseoso. D'angelo M. (2016), afirma, que es un subproducto que se obtiene de la calcinación de aquellas sustancias llamadas sólidas fijas, en un lapso de tiempo de al menos una hora, producto de la diferencia entre los sólidos suspendidos totales y los sólidos suspendidos volátiles como se citó en (Vera & Zambrano, 2019, pág. 7)

### ***Nitrógeno de Amoniac***

Con base en las indagaciones realizadas por Sierra (2021), el nitrógeno de amoniac está disponible en aquellas sustancias netamente líquidas o semilíquidas, en forma de catión de amonio o como amoniac. Su concentración depende fundamentalmente del nivel de potencial hidrógeno presente en dicha solución. Cabe indicar, que en los ecosistemas acuáticos sin ningún tipo de intervención, se encuentra en concentraciones menores de al menos cero, dos miligramos sobre litro; aunque en concentraciones mayores contribuye al deterioro de dicho recurso. Por ello, también, es un indicador de calidad de agua, que determina especialmente el nivel de contaminación orgánica (pág. 71).

### ***Nitrógeno Orgánico***

De acuerdo a Lozano-Rivas en Calidad fisicoquímica del agua: Métodos simplificados para su muestreo y análisis, se conoce como nitrógeno orgánico a aquel que está vinculado a

macromoléculas biológicas como proteínas y aminos. En los cuerpos de agua revela la existencia de plantas pluricelulares, particularmente algas verdes y azuladas (2013). Por otro lado, Bhumbla (2002), manifiesta que es considerado como un subindicador en la identificación de la contaminación del agua, la misma que se efectúa, teniendo en cuenta la separación de aquellos fertilizantes compuestos por nitrógeno orgánico, como se citó en (Deluchi et al., 2016).

### ***Aceites y grasas***

Para Baley, son sustancias que componen el revestimiento graso de animales y de las plantas (2021, pág. 4). En calidad de agua: evaluación y diagnóstico, la grasa, es un material sólido, que suele encontrarse en soluciones húmedas y también en suspensión en las corrientes de agua. Las más comunes son las que provienen del petróleo como ceras, ésteres e hidrocarburos (Sierra, 2021, pág. 69). El vertido de este tipo de grasas normalmente es regulado, ya que pueden ocasionar problemas en las cañerías por saturación o influir en el normal funcionamiento de las plantas de tratamiento de agua residual. Por el contrario, los aceites, son aquellos semifluidos líquidos, que igualmente, deterioran la calidad del agua, pues, por sus propiedades disminuyen el paso de la luz solar, y por ende hay menos oxígeno disuelto que influye en la supervivencia de las especies Aymong (2007), como se citó en (Parra et al., 2018).

### ***Tensoactivos-Detergentes***

Son aquellos compuestos fosforados o nitrogenados, integrados por partículas de gran tamaño, con la capacidad de desintegrarse con facilidad en el agua y en el aceite, en vista de que, por sus cualidades, tienden a reducir la tensión superficial de estas sustancias. Según estos autores, son una fuente importante de contaminación del agua, porque forman parte de varios productos

de cuidado y limpieza personal, medicamentos, cuyos residuos disminuyen su calidad (Morillo et al., 2019, pág. 932).

Desde la óptica ambiental, de acuerdo a Camaño & Ordoñez (2008), contribuyen de forma significativa a modificar las características físicas y químicas del agua, que conduce a la pérdida y desplazamiento de la especie y a la alteración de la cadena alimentaria, pues la formación de espuma, reduce la presencia de oxígeno y el nivel de actividad biológica de los organismos acuáticos (pág. 30).

### ***Potencial de Hidrógeno***

Según el estudio Control de calidad en aguas para consumo humano en la Región Occidental de Costa Rica, el pH muestra el grado de acidez o de alcalinidad de una sustancia, en un intervalo de cero a catorce. En tema de calidad de agua, desempeña un papel trascendental, pues las aguas muy ácidas tienen la capacidad para diluir metales pesados como el plomo, el cobre y el zinc; presentes en las tuberías de abastecimiento, y que ponen en riesgo la salud de las personas. Jiménez (2001), afirma que: para que el agua sea apta para el consumo humano debe de tener un pH entre seis, cinco a ocho, cinco, ya que de acuerdo a las investigaciones realizadas por Galvín (2003), valores superiores a los indicados, pueden afectar a ciertos tejidos blandos como las mucosas o provocar graves daños en los órganos internos del ser humano como se citó en (Pérez-López, 2016, pág. 6).

### ***Temperatura***

Según (Gualdrón, 2016), la temperatura es el criterio físico de mayor relevancia, ya que es un indicador de equilibrio ecosistémico, pues valora, ante todo, el estado en que se encuentran los cursos de agua en cuanto a su estado natural o alteración antropogénica, que de manera indirecta, puede afectar a los seres acuáticos. Conforme a Sierra (2021), tiene la facultad para influir en la viscosidad propia de algunos fluidos o en la velocidad con la que se presentan las reacciones químicas en el agua. Es un parámetro que se considera para llevar a cabo procesos

químicos relacionados a la depuración de aguas residuales como coagulación-floculación, sedimentación, y demás (pág. 58).

### ***Sulfatos***

De acuerdo a *Bolaños-Alfaro et al., (2017)* el entorno natural los sulfatos están disponibles en abundancia. Sin embargo, su concentración en el agua cambia de acuerdo a ciertos factores. Estos autores, concuerdan que la explotación de minerales incrementa la concentración de ion sulfato en el agua, como resultado de los procedimientos de extracción del material en los yacimientos geológicos.

Por otro lado, el nivel de sulfato, en las precipitaciones, estaría entre uno, cero y tres, ocho miligramos por litro. La presencia de ion sulfato en las fuentes hídricas guarda relación con el nivel de concentración en el agua de lluvia, por efecto de la contaminación del aire, especialmente generada por la emisión de óxidos de nitrógeno en la combustión de productos derivados del petróleo. Cabe indicar, que por sus características, puede cambiar el sabor del agua, desgastar las tuberías de agua potable, y causar problemas en la salud de las personas como deshidratación, náuseas, cólicos abdominales, disentería etc., (págs. 17-18).

### ***Coliformes Totales***

Según la investigación “Microorganismos indicadores de la calidad de agua potable en Cuba”, se refiere aquellos bacilos Gram negativos, capaces de poblar y crecer, en espacios con presencia o ausencia de oxígeno. Se pueden encontrar en el intestino del hombre y en ciertas especies animales en un diez por ciento. En mayor proporción, residen en áreas con abundante vegetación, en cuerpos de agua, y en el suelo y subsuelo. Por sus características, se trata de microorganismos inofensivos, que no representan un riesgo a la salud; y más bien, son considerados como indicadores de contaminación de agua, especialmente en aguas ya depuradas (Pullés, 2014, pág. 27).

### ***Coliformes fecales***

son un grupo de bacterias llamadas también termotolerantes, por lo general con forma de bacilo, que habitan el intestino del cuerpo humano y en mamíferos y aves. Mayoritariamente, aquí se encuentran especies del género *Escherichia*, y en menor cantidad representantes del género *Enterobacter*, *Klebsiella*, y *Critobacter*. De la misma manera, funcionan como indicadores de contaminación fecal, y de inocuidad en el régimen alimenticio por el riesgo de transmisión de enfermedades gastrointestinales. Su presencia en el agua tratada indica el nivel de eficiencia de los procesos de depuración (pág. 27). Es preciso señalar, que entre todos los microorganismos, los más indicados para conocer la buena calidad de los recursos hídricos, en especial la que servirá para el abastecimiento humano, son las bacterias coliformes ya mencionadas, como se citó en (Fernández-Santisteban, 2017).

## **Normativa Legal**

### ***Constitución de la República del Ecuador***

**Art. 14.** Se establece que todas las personas tienen derecho a vivir en un ambiente sano, teniendo en cuenta la sostenibilidad y el equilibrio ecológico.

**Art. 72.** La naturaleza tiene derecho a la restauración, esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados.

**Art. 264.** Los municipios tienen competencias de brindar servicios básicos como agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

**Art. 411.** El Estado deberá garantizar la conservación, recuperación y manejo integral del recurso hídrico, regulando las actividades que puedan afectar la calidad y cantidad del agua.

### ***Código Orgánico del Ambiente***

**Art. 191.** Del monitoreo de la calidad de aire, agua y suelo. Las autoridades competentes deberán realizar el monitoreo y seguimiento en la calidad de los recursos según se establezca en la normativa legal.

**Art. 196.** Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales. Los GAD deben contar con infraestructuras de sistemas de alcantarillado y a su vez tratamiento para las aguas residuales, según está establecido en la ley, de la misma forma

se deberá reutilizar estas aguas una vez que recuperen sus niveles cualitativos y cuantitativos.

***Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua.***

**Art. 80.** Vertidos: prohibiciones y control. Considerado como vertidos las descargas de las aguas residuales en un dominio público, está prohibido el vertido directo o indirecto de aguas o productos residuales, aguas servidas, sin tratamiento y lixiviados susceptibles de contaminar las aguas del dominio hídrico público.

***Enfoques Diagnósticos***

El trabajo investigativo tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo para obtener los resultados, primero se entrevistó al encargado del sistema de alcantarillado de la parroquia La Iberia, brindándonos información sobre el funcionamiento de dicho sistema y descargas de las aguas residuales al estero, posteriormente se realizó la toma de muestras por parte del laboratorio seleccionado para poder verificar los resultados de los análisis del agua con los límites máximos permisibles según la ley.

Tipos de investigación empleada:

- ***Investigación Documental***

Se recopiló información necesaria para el trabajo investigativo mediante la consulta de libros, revistas, artículos científicos, periódicos entre otros. es a menudo utilizada a lo largo de su formación para un mejor desempeño en espacios virtuales dinámicos con mayor nivel de riesgo, que permiten la asignación de roles para el trabajo colaborativo. (Garizurieta Bernabé et al. 2018)

- ***Investigación de Campo***

Se realizó visitas in situ al área de estudio para verificar la información impartida por el encargado antes entrevistado. En el campo entra la fase de construir y descubrir



nuevas proposiciones o teorías, más que una fase de testear y verificar la pertinencia estadística de los hallazgos. (Rodríguez-Ponce 2017)

### **Descripción del Proceso de Diagnóstico**

La parroquia La Iberia está ubicada en el cantón El Guabo, provincia de El Oro, limita al Norte con el Río Jubones, al Sur con el sitio Tillales, al este el sitio El Naranjo, tiene una extensión de 2000 ha, tiene un clima tropical húmedo con una temperatura de 25° C con precipitaciones anuales de 2000 m.m en épocas lluviosas. El suelo de la parroquia es rico en minerales y nutrientes, el mismo que es utilizado para la producción en su mayoría de banano.

El sistema de alcantarillado público en la parroquia La Iberia, beneficia a 2.894 habitantes, en lo que respecta a la parroquia la Iberia no cuenta con un tratamiento de las aguas residuales, es decir que las aguas son desalojadas a un canal de riego cerca de la zona de estudio sin un previo tratamiento, y de tal manera hace que este tenga un efecto negativo en el ambiente.

Realizar un estudio de la calidad de agua de la parroquia es de vital importancia ya que a través de los análisis se determinarán la calidad hídrica de la zona de estudio, ya que al no contar con un tratamiento de aguas residuales tienden a verse afectada el recurso hídrico de ese lugar en el cual van todos los vertidos de la parroquia.

### ***Metodología***

La técnica para realizar el índice de calidad del recurso hídrico de la parroquia la Iberia fue a través de un análisis de agua in situ, el cual se podrá evidenciar los efectos negativos dentro del área a estudiar, además se utilizaron las siguientes técnicas:

### ***Observación***

Se programaron varias visitas al área de estudio para establecer los puntos de muestreo de agua, además del recorrido dentro del lugar y del “Estero Mogrovejo” donde actualmente se descargan todos los vertidos de la parroquia La Iberia.

Según (Retegui 2020) manifiesta lo siguiente:

La observación como método posibilita conocer el terreno donde se desarrolla el objeto de estudio; contactar fuentes primarias, que en una primera instancia quedan fuera del muestreo seleccionado; como respaldo de los datos aportados por los entrevistados y para sumar nuevos interrogantes y aspectos no contemplados en la búsqueda inicial.

### ***Entrevista***

Se realizó una entrevista en la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón El Guabo, al Ing. Alex Aguilar encargado del sistema de alcantarillado público de la parroquia, quien supo brindar información acerca de los vertidos urbanos que descargan al canal sin previo tratamiento.

### ***Documental***

Mediante la investigación de diferentes fuentes como son los artículos científicos, revistas, y libros digitales el cual nos permitió tener un mejor conocimiento acerca de los tratamientos de agua residuales y cuales son los límites permisibles que se necesitan para que sean arrojados a una fuente de agua sin previo tratamiento.

### ***De Laboratorio***

Relacionado a esta técnica las muestras de agua fueron tomadas en el punto exacto de las efluentes, y además se enviaron a un laboratorio certificado en la Ciudad de Guayaquil, determinando los siguientes parámetros a analizar:

DQO, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Suspendidos Volátiles, Nitrógeno de Amoniac, Nitrógeno Orgánico, Aceites y grasas, Tensoactivos-Detergentes, Potencial de Hidrógeno, Temperatura, Sulfatos, Coliformes Totales, Coliformes fecales, Microorganismos, Coliformes Totales, Coliformes Fecales.

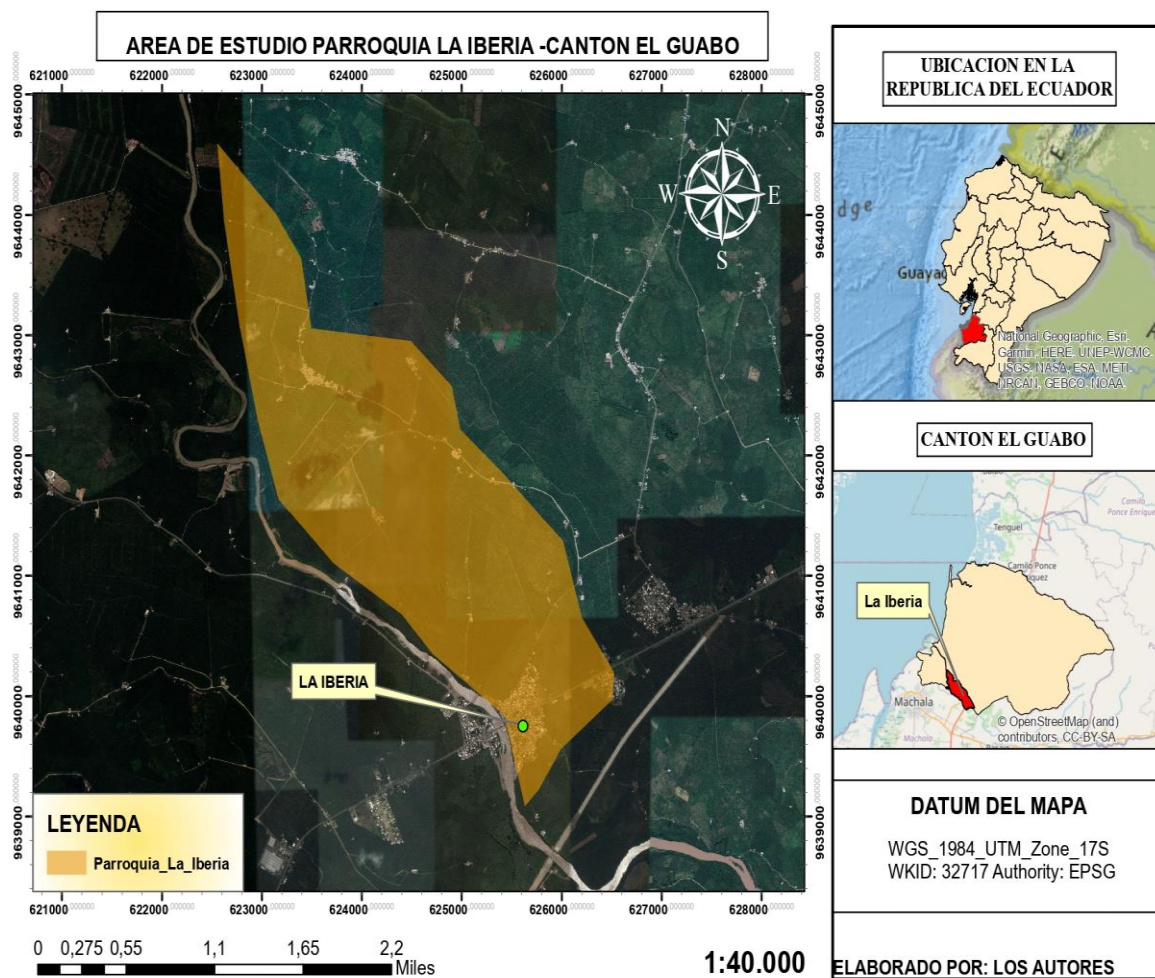
Para el desarrollo de esta investigación por parte del laboratorio se dieron las siguientes técnicas.

Observación del equipo de trabajo, Entrevista con el personal, y Los instrumentos de la toma de muestra.

En lo que respecta a las observaciones del equipo del laboratorio se procedió a conocer dónde exactamente se toman las muestras del recurso hídrico a investigar.

Entre los instrumentos que se utilizaron los técnicos del laboratorio fueron los softwares de SIG y de diseño, además de un check list conjunto con los frascos esterilizados para las respectivas muestras de agua del "Estero Mogrovejo".

**Mapa 1.** Delimitación del área de estudio.



**Elaborado:** Los autores.

### **Metodología de investigación**

Los resultados que fueron analizados para determinar la calidad del agua se tomaron de la siguiente manera.

**Punto de muestreo:** Se logró determinar cuál es el punto específico para el muestreo y a su vez poder recoger datos más específicos que servirán a la hora de analizar la zona de estudio.

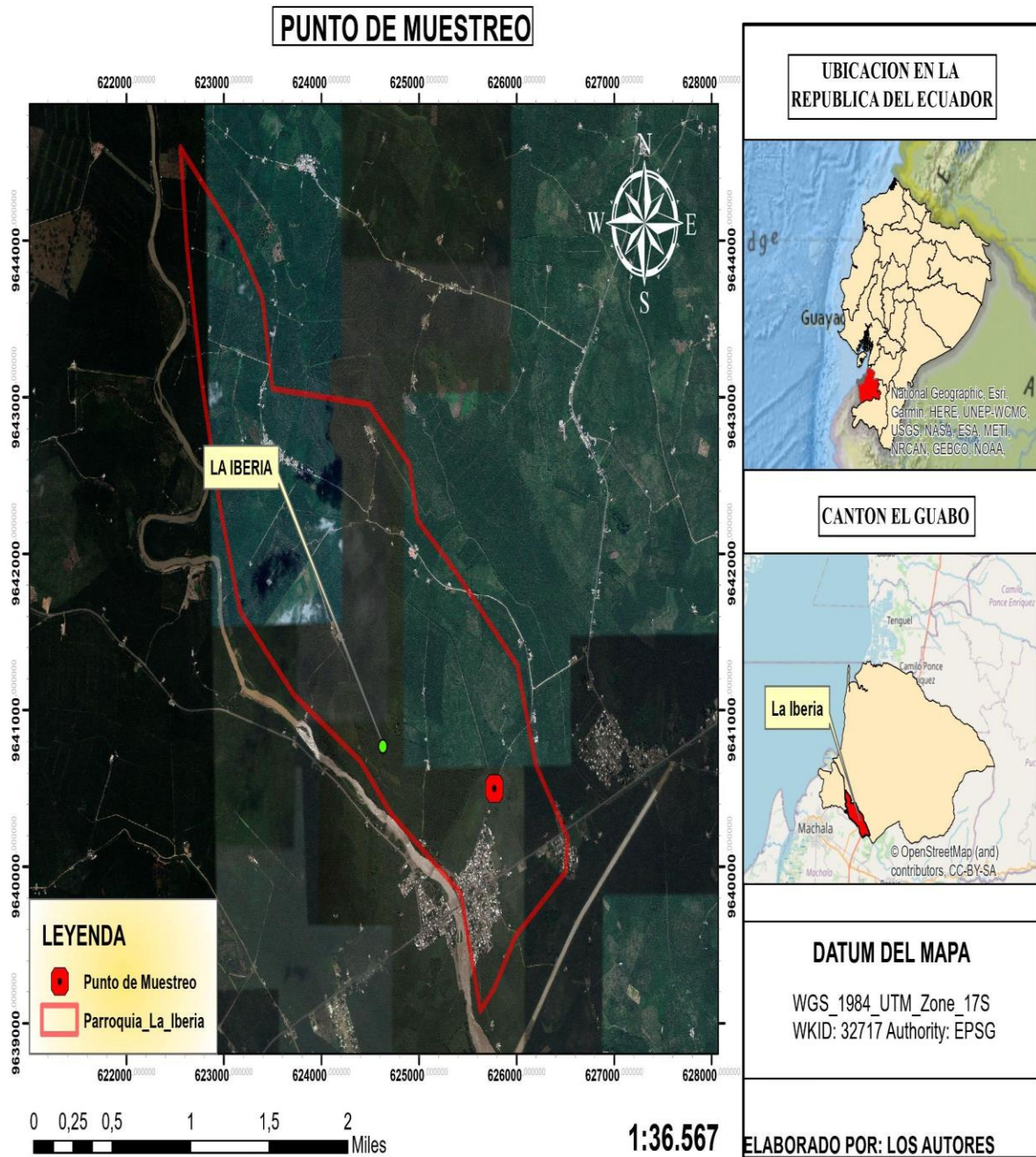
Los resultados de las muestras de agua fueron realizadas por el “GRUPO QUÍMICO MARCOS”, los cuales se encuentran acreditados por la Normativa ISO 17025.

**Tabla 1. Toma de muestra**

<b>PUNTO</b>	<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>		<b>HORA DE TOMA DE MUESTRAS</b>
	<b>X</b>	<b>Y</b>	
La Iberia	625770,224	9640502,5684	11:48:00 a.m

**Elaborado por:** Los autores

**Mapa 2.** Punto de muestreo



**Elaborado por:** Los autores.

Para el procedimiento de la toma de muestra de agua de las aguas residuales domésticas del Estero Mogrovejo, fueron sustentados de forma bibliográfica y de campo, ya que nos permitió dar con el punto específico, por otra parte para la recoger la muestra se utilizaron envases esterilizados la cual va a permitir tener un mejor análisis del recurso hídrico tomado en la zona de estudio.

Para un correcto manejo de toma de muestra se efectuaron lo siguiente.

### ***Envases***

Se consideró por parte de los técnicos que toman las muestras de agua del Laboratorio Químicos Marcos, que es necesario que se deben llevar a cabo la toma de muestras con 5 envases esterilizados que le permitan tener un mejor análisis de los parámetros a estudiar dentro de la zona de estudio.

Por otra parte es necesario que las muestras tomadas tengan lo siguiente:

- Hora de muestreo.
- Lugar de muestreo.
- Punto donde se procedió a tomar la muestra.

### ***Transporte y almacenamiento***

Debido al crecimiento de algunas bacterias dentro de lo que es el recipiente de las muestras, los técnicos optaron por poner la muestra de agua recogida en un cooler con hielo para que de esta manera no supere los 5 grados centígrados.

Lo cual después de este proceso las muestras fueron enviadas de forma inmediata a la ciudad de Guayaquil junto con los técnicos del Laboratorio Químico Marcos quienes serán los encargados de analizar las muestras tomadas en dicho lugar.

**Tabla 2. Criterios de evaluación: Normativas.**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límites máximos permisibles</b>	<b>Descargas de aguas residuales municipal (República Dominicana )</b>	<b>Descargas de aguas residuales municipal (Panama)</b>
Potencial de hidrógeno	pH	(5-9)	-	-
Temperatura	°C	<35	-	-
Demanda bioquímica de oxígeno	mgO2/l	100	-	-
Demanda química de oxígeno	mgO2/l	250	-	-
Aceites y grasas	mg/l	0,3	-	-
Tensoactivos -Detergentes	mg/l	0,5	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	100	-	-
Sólidos Suspendidos volátiles	mg/l	-	-	35

Nitrógeno de Amoniaco	mg/l	-	10	-
Nitrógeno Orgánico	mg/l	-	-	10
Sulfatos	mg/l	1000	-	-
Coliformes Totales	NMP/100 ml	-	1000	-
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	Remoción > al 99,9 %	-	-

**Fuente:** Legislación de Ecuador, República Dominicana y Panamá

**Elaborado por:** Los autores

### ***Resultados***

En la presente tabla se pueden observar los siguientes resultados de los análisis de las toma de muestras de agua donde se puede evidenciar el índice de calidad del aguas de las aguas residuales domésticas provenientes de la parroquia La Iberia, del Cantón El Guabo, siendo estos los siguientes parámetros analizados DQO, Sólidos Suspendedos Totales, Sólidos Suspendedos Volátiles, Nitrógeno de Amoniaco, Nitrógeno Orgánico, Aceites y grasas, Tensoactivos-Detergentes, Potencial de Hidrógeno, Temperatura, Sulfatos, Coliformes Totales, Coliformes fecales, Microorganismos, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, la misma que fueron realizados por el GRUPO QUÍMICO MARCOS, además se hizo una comparación con las normativas Nacionales e Internacionales.

En la que corresponde a la Normativa Nacional se tiene el TULSMA de la tabla 12 y de las Normativas Internacionales se tiene República Dominicana A1 Descargas de aguas residuales municipales (República Dominicana ) y Panamá 3.1 Descargas de aguas residuales municipales (Panamá).



**Tabla 3. Resultados de los análisis de las muestras de agua.**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados Obtenidos</b>	<b>Límites máximos permisibles</b>	<b>Descargas de aguas residuales municipal (República Dominicana )</b>	<b>Descargas de aguas residuales municipal (Panamá)</b>
Potencial de hidrógeno	pH	7,21	(5-9)	-	-
Temperatura	°C	25,7	<35	-	-
Demanda bioquímica de oxígeno	mgO <sub>2</sub> /l	215,4	100	-	-
Demanda química de oxígeno	mgO <sub>2</sub> /l	343,3	250	-	-
Aceites y grasas	mg/l	5,58	0,3	-	-
Tensoactivos- Detergentes	mg/l	2,00	0,5	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	68	100	-	-

Sólidos Suspendidos volátiles	mg/l	4	-	-	35
Nitrógeno de Amoniac	mg/l	13,176	-	10	-
Nitrógeno Orgánico	mg/l	6,11	-	-	10
Sulfatos	mg/l	33	1000	-	-
Coliformes Totales	NMP/100 ml	>2419700	-	1000	-
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	>2419700	Remoción > al 99,9 %	-	-

**Fuente:** Grupo Químico Marcos

**Elaborado por:** Los autores

### **Análisis de los resultados de las muestras de agua residuales.**

Según los resultados obtenidos durante la toma de muestra realizadas en los puntos específicos dentro de la parroquia La Iberia nos dio los límites de los siguientes parámetros:

En el pH, in situ tenemos un valor de 7,21 lo cual se encuentra dentro de los límites máximos permisibles del TULSMA tabla #12 que indica un valor de 5 a 9 en unidades de pH.

En lo que respecta a la temperatura in situ nos dio como resultado un valor de 25,7 °C mientras que en el TULSMA nos da un rango menor de 25 el cual este se encuentra dentro de los límites permisibles.

Demanda Bioquímica de Oxígeno, nos dio como resultado 215,40 mgO<sub>2</sub>/l, haciendo que este sobrepase los límites máximos permisibles ya que dentro del TULSMA nos da un valor 100 mgO<sub>2</sub>/l.

Demanda Química de Oxígeno, nos arrojó un resultado de los análisis un valor de 343,3 mgO<sub>2</sub>/l de igual manera sobrepasando el rango estimado de los límites permisibles ya que el rango permitido es de 250 mgO<sub>2</sub>/l.

En el parámetro de Aceites y Grasas, dio en el resultado de los análisis un valor de 5,58 mg/l es decir que sobrepasa los límites permitidos en el TULSMA, ya que el valor estimado es de 0,3 mg/l dentro de lo establecido en la Normativa Legal.

Tensoactivos y Detergentes, de igual manera en este parámetro no se encuentra dentro de los límites permisibles aceptados dentro de la Normativa, ya que dio un resultado de 2,00 mg/l y el valor estimado para encontrarse dentro del rango permitido es de 0,5 mg/l.

Sólidos Suspendidos Totales se encuentran dentro de los límites permisibles debido a que dio como resultado 68 mg/l y en la Normativa Legal es un valor de 100 mg/l, por otra parte los Sólidos Suspendidos Volátiles, se encuentran dentro del rango permitido pero de la Normativa Internacional como la de Panamá, ya que dentro de la Normativa Legal Nacional no se la puede verificar, dio como resultado el valor 4 mg/l y mientras que en la Normativa Internacional para tener un rango permitido es de 35 mg/l.

En lo que respecta a los nitrógenos analizados dentro del laboratorio tienen un valor elevado debido a que son aguas residuales domésticas y sin ningún previo tratamiento alguno. En Sulfatos dio como resultado 33 mg/l, es decir se encuentra dentro de los límites permisibles de la Normativa Legal que es de 1000 mg/l, y en los Coliformes Totales y Fecales se encuentran en un valor alto siendo este como resultado un valor de >2419700 NMP/100ml siendo que este no entre en el rango permitido por el TULSMA el cual es Remoción > al 99,9%.

## **Análisis del contexto y desarrollo de la matriz de requerimientos**

### **Análisis del contexto**

El sistema de alcantarillado público de la parroquia La Iberia, tiene aproximadamente 8 años de funcionamiento, el mismo que ha sido destinado a recolectar y evacuar las aguas que ya han sido utilizadas para diferentes usos domiciliarias y comerciales en el sector, 2.894 habitantes de la parroquia son los beneficiarios de este servicio público.

El sistema de alcantarillado es competencia de la Empresa Pública de Alcantarillado y Agua (EPAAGUA), a través de entrevista realizado al personal del GAD Parroquial de La Iberia se determinó la problemática del sector debido a la falta de funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, teniendo en cuenta el crecimiento poblacional que existe en la parroquia.

La presente investigación está enfocada en Vertidos Urbanos de la parroquia La Iberia y su incidencia en la calidad ambiental del recurso agua del estero Mogrovejo, para establecer cuál es el daño que ocasiona las descargas sin previo tratamiento al cuerpo receptor.

A través de la realización de análisis de agua al canal Mogrovejo que es el cuerpo receptor de las descargas de aguas residuales, se pudo determinar la contaminación presente en el cuerpo de agua, de esta manera afirmar el problema que ocasiona la falta de funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

## Matriz de requerimientos

Tabla 4. Matriz de requerimientos

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO	OBJETIVOS	REQUERIMIENTO
Falta de funcionamiento de la Planta de Tratamiento Aguas Residuales.	Incumplimiento de la normativa legal.	Vertidos de aguas sin previo tratamiento.	Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales.	Implementar un sistema de tratamiento biológico y tratamiento de lodos activados previo a realizar descargas al estero Mogrovejo.
Altos niveles de contaminación en estero.	Descargas de aguas residuales directas al canal.	Parámetros de calidad de agua mayores a los límites máximos permisibles.	Disminuir los niveles altos de contaminación dentro del estero Mogrovejo.	

**Elaborado por:** Los autores.

### **Selección de requerimientos a intervenir: Justificación**

La Constitución de la República del Ecuador establece a la naturaleza como sujeto de derecho, por lo tanto se dispone que al verse deteriorada en su composición, deberá ser restaurada a su origen natural, lo cual las aguas residuales domésticas provenientes de la parroquia La Iberia, deberán tener un previo tratamiento antes de ser desembocadas al estero Mogrovejo, además es importante que las autoridades competentes de los servicios básicos como es el agua potable y alcantarillado realicen controles y seguimientos en el sector.

Los recursos naturales deben ser sustentable para no afectar a las generaciones futuras, por otra parte mediante la inspección realizada al lugar de las tomas de muestras se pudo verificar que el lugar cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, pero este a su vez esta en pesimas condiciones, es decir está abandonado debido a que no se encontraron rasgos de su funcionamiento.

Además al realizar el análisis de las tomas de muestra en el estero Mogrovejo por parte de los técnicos del GRUPO QUÍMICO MARCOS, se pudo evidenciar que el cuerpo receptor se encuentra en condiciones desfavorables con el entorno al presentar altos niveles de contaminación.

## CAPÍTULO II. PROPUESTA INTEGRADORA

Implementación de un sistema de tratamiento biológico y lodos activados previo a realizar descargas al estero Mogrovejo en la parroquia La Iberia.

### Descripción de la Propuesta

Se determinó que la parroquia La Iberia, cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la misma que presenta tratamiento primario y carece de un sistema de tratamiento biológico y lodos activados, dicha planta no se encuentra funcionando y está en pésimo estado, por lo cual las aguas son vertidas directamente al estero.

Debido a los resultados obtenidos de las muestras de agua realizadas, se determinó la necesidad de un sistema de tratamiento biológico de aguas residuales. *(Vargas et al. 2020)* afirman lo siguiente:

(...)el tratamiento de aguas residuales domésticas (ARD), parten de los principios naturales que ocurren en ríos, lagos o suelos, donde los microorganismos presentes, consumen la materia orgánica (MO), generando material celular; con el objeto de estabilizar, coagular y remover los sólidos coloidales que no se sedimentan de manera natural.

Los tratamientos biológicos tuvieron en un principio como objeto la eliminación de la materia orgánica de las aguas residuales, se ha dado usos como son la oxidación del nitrógeno amoniacal, la eliminación del nitrógeno de las aguas residuales mediante la conversión de las formas oxidadas en N<sub>2</sub> o la eliminación de fósforo. *(Ferrer Polo et al. 2018)*

Los tratamientos más usados son los lodos activados, lagunas de estabilización y humedales artificiales. La mayoría de estos tratamientos biológicos alcanzan un 80% de remoción de DBO<sub>5</sub>, DQO y SST. Cuando se emplean en conjunto, obtienen eficiencias porcentuales mayores al 90%, resaltando la viabilidad económica de los procesos biológicos, los cuales muestran una mejor rentabilidad económica, funcional y operacional. *(Vargas et al. 2020)*

Los recursos naturales deben restaurarse, a tal punto que si se contaminan o alteran en su composición natural puede ocasionar daños a la salud y al ambiente, incumpliendo con lo establecido en la normativa legal que protege los derechos a la naturaleza así como la calidad de vida de las personas, a su vez el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de El Guabo es la autoridad competente del sistema de tratamiento de aguas residuales.

La reutilización del agua tratada ofrece una amplia gama de beneficios para las comunidades, lo que se traduce en crear un inmenso valor para el público y el medio ambiente. Sin embargo, los beneficios de la reutilización del agua tratada pueden ser difíciles de cuantificar y, a menudo, no se reconocen. (Anda Sánchez 2017)

## **Objetivos de la propuesta**

### ***Objetivo General***

Diseñar un sistema de tratamiento biológico y lodos activados previo a realizar descargas al estero Mogrovejo en la parroquia La Iberia

### ***Objetivos específicos***

- Disminuir los niveles de contaminación provocados por los vertidos de aguas residuales al estero.
- Cumplir con las normativas ambientales actuales para el cumplimiento de los límites máximos permisibles del Estero.

## **Componentes estructurales**

Dentro de los componentes estructurales se tiene que la parroquia La Iberia cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, sin embargo no tiene funcionamiento alguno, es decir que la red de la desembocadura hasta la PTAR está desconectada de tuberías el cual hace que este tenga un grado de contaminación elevado debido a que no tiene un previo tratamiento,



y se debe de dar lo siguiente:

- Control y seguimiento de autoridades competentes del Cantón.
- Cumplir con la Normativa legal del Ambiente (TULSMA).

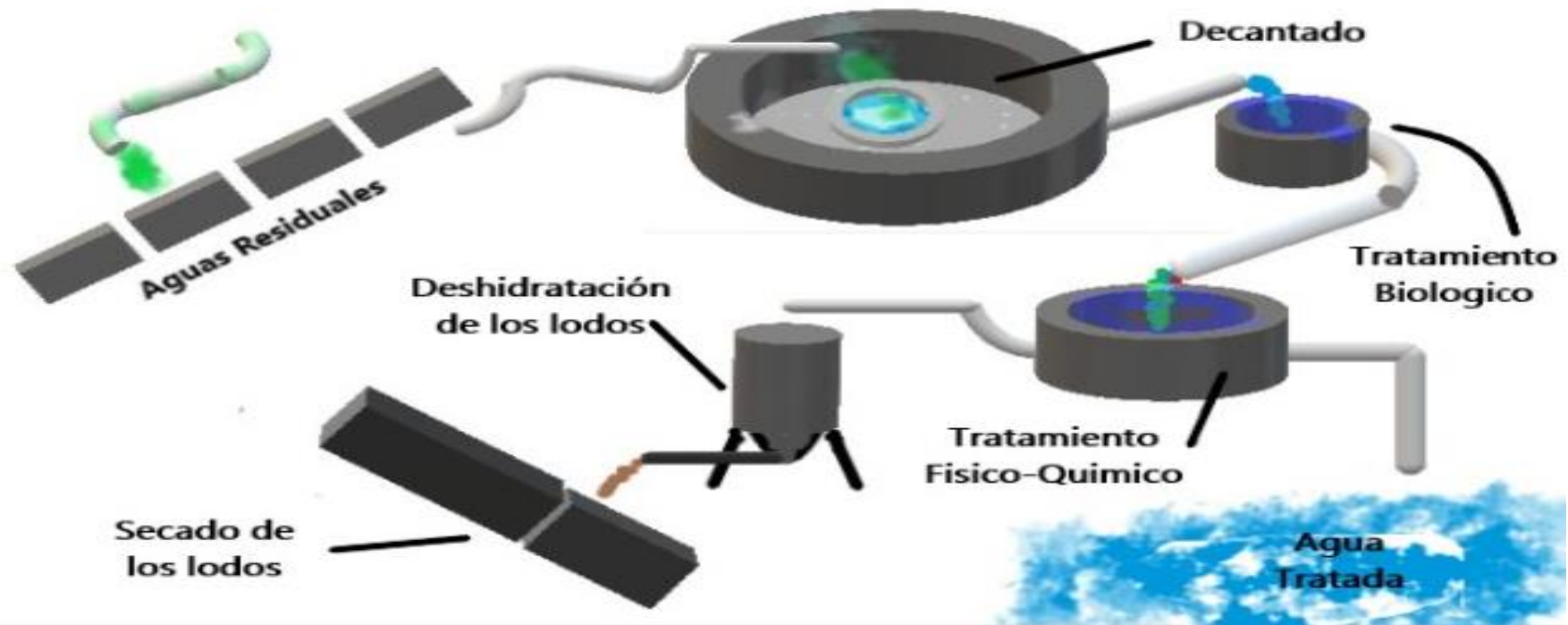
Mediante visitas realizadas al lugar se pudo evidenciar la falta de mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, por ende las aguas son descargadas de forma directa sin un previo tratamiento alguno, haciendo que este tenga un nivel elevado de contaminación haciendo la comparación con la tabla 12 de Tulsma, evidenciando los límites máximos permisibles.

### **Implementación de la estructura**

En los resultados obtenidos se pudo evidenciar la falta de control por parte de las autoridades competentes encargadas en el agua potable y alcantarillado del Cantón El Guabo.

La parroquia La Iberia cuenta con una planta de tratamiento para aguas residuales, pero sin embargo existen dos problemas el cual uno de ellos es que no se encuentran en funcionamiento y por otro lado es que dicha PTAR solo cuenta con el tratamiento primario, es decir que este sistema no puede tratar los aceites y grasas que son descargados directamente al estero, de tal manera que se necesita incrementar la PTAR la cual permita un tratamiento biológico y de los lodos activados para que de esta manera se pueda hacer las descargas directas al Estero Mogrovejo, ya que contaría con su previo tratamiento establecido y a su vez se encuentren dentro de los límites máximos permisibles de la Normativa Legal.

Ilustración 1.



Fuente: Los autores

## **Datos preliminares**

El periodo de diseño de la implementación de los tratamiento de carácter biológico de los lodos activados serian de 5 años, ya que solo bastaría de la gestión con el Gobierno Autónomo Descentralizado de El Guabo, para que de esta manera realicen un control y seguimiento de la PTAR ubicada dentro de la parroquia La Iberia, esta implementación benefician a todas las 2.864 habitantes, incluidos los sectores aledaños.

## **Estructura de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

La PTAR contará con la siguiente estructura para garantizar el debido tratamiento del recurso hídrico.

### **Pretratamiento**

En la fase de Pretratamiento inicia con el ingreso de las aguas residuales a tratar a través de un Parshall y para seguir su proceso al pasar por un sistema de rejillas o también denominado cribas el mismo que ayuda a retener sólidos de gran tamaño.

- Pozos
- Rejillas o cribas
- Desarenador - Desengrasador

### **Tratamiento Primario**

El proceso de tratamiento primario se realiza a través de lo siguiente:

- Separación por gravedad
- centrífugas de separación
- Desarenador
- Tanques clarificadores primarios o de sedimentación

## **Tanques clarificadores primarios o de sedimentación**

Estos tanques contienen el agua residual por varias horas, la finalidad de estos tanques es que las partículas más pesadas producidas por los lodos activados se asienten en el fondo, mientras que los residuos flotantes, al ser más ligeros como la grasa y cabellos queden en la superficie.

## **Tratamiento Secundario**

El tratamiento secundario se realiza a través de lo siguiente:

### **Aireación**

Se realiza mediante varias alternativas:

- Aireación dispersa: volúmenes de aire de baja presión
- Turbina a motor: aire al fondo del tanque por debajo de paletas
- Esparcido: aire de alta presión al fondo
- Aireador de superficie: turbina para levantar una columna de agua desde el fondo del tanque.

## **Tanques clarificadores secundarios o de sedimentación**

Se combinan la aireación en el tanque en la parte superior, mientras que los lodos se encuentran asentados en el fondo.

Los lodos activados son importantes para la fase de aireación, por la cantidad de microorganismos que posee ayudando a la descomposición de materia orgánica y a la formación de flóculos, evacuando los sólidos, aceites y otros desperdicios. *(Caravali et al. 2017)* establecen lo siguiente: “un sistema de lodos activados emplea una suspensión de microorganismos, como bacterias, hongos, protozoos y rotíferos, los cuales se encargan de disolver compuestos carbonados, más comúnmente conocido como materia orgánica”.

## **Tratamiento terciario**

Los tratamientos avanzados o terciarios se conocen la ósmosis inversa, destilación, coagulación, adsorción, etc. Estos últimos tipos de tratamientos tienen costos elevados debido a que los procesos demandan un alto consumo energético. Estos sistemas representan altos costos de construcción, operación y mantenimiento. (Arias-Lafargue et al. 2021)

Este proceso se lleva a cabo a través de:

- Intercambio iónico: uso de resinas, elimina sales en bajas concentraciones.
- Adsorción: atrapa sustancias solubles en la superficie de un sólido, además elimina fenoles, hidrocarburos aromáticos nitrados, derivados clorados, olor, color y sabor.
- Microfiltración: poro de 0.1 y 10  $\mu\text{m}$ . óptimos para retirar partículas de un diámetro superior a 0.1 mm.
- Ultrafiltración: Retiene moléculas cuyo tamaño está entre 0.001 y 0.1  $\mu\text{m}$ .
- Ósmosis inversa: paso del agua, de la disolución más concentrada a la más diluida

### **Desinfección**

El empleo de métodos de desinfección constituye una de las barreras en el control higiénico-sanitario de la calidad del agua y no han de suponer riesgos para la instalación ni para la salud y seguridad de los operarios ni otras personas que puedan estar expuestas. (Gea-Izquierdo et al. 2018)

- Cloración: cloro libre para evitar la proliferación de microorganismos
- Radiación ultravioleta (luz ultravioleta): desinfección es instantánea
- Ozonización: Ozono características de oxidante y desinfectante tres minutos para asegurar la desinfección

### **Flujo de descarga**

- Bombeo efluente: en caso de encontrarse alejado al cuerpo receptor.





## Recursos Logísticos

Tabla 6. Recursos Logísticos

<b>IMPLEMENTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>				
<b>TRATAMIENTO PRIMARIO</b>				
<b>Item</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
<b>DESARENADOR</b>				
Muros estructura Hormigón armado F'c= 240 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	210	\$230	\$48.300
Acero F y= 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	2000	\$2	\$4.000
Malla electrosoldada 6mm 15x15 cm	m <sup>2</sup>		\$4,98	\$978,80
Excavación mecánica	m		\$8,00	\$2.986
Bomba de dosificación para coagulante				\$1.276
<b>DESENGRASADOR</b>				
Excavación	m <sup>3</sup>	60	\$10	\$600
Compactación mecánica	m <sup>2</sup>	60	\$0,98	\$58,80
Hormigón Armado				



F'c= 240 Kg/cm2	m3		\$230	\$151.980
Acero				
F y= 4200 Kg/cm2	Kg		\$1,79	\$4.783
<b>TRATAMIENTO SECUNDARIO</b>				
Excavación mecánica	m3	60	\$10	\$600
Geomembrana	m2	525000	\$3	1.575.000,00
<b>TUBERÍAS Y ACCESORIOS</b>				
Excavación mecánica				\$343.000
Maquinaria				\$220.000
Mano de obra				\$400.000
Instalación de accesorios				\$12.000
Gastos varios				\$9.000
<b>COSTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>				
Permisos municipales				\$3,00

Permiso de bomberos		\$6,00
	<b>SUBTOTAL</b>	\$2.774.572
	<b>IVA 12%</b>	\$332.948,59
	<b>TOTAL</b>	\$3.107.520,1 9

**Elaborado por:** Los autores.

## **CAPÍTULO III. VALORACIÓN DE FACTIBILIDAD**

### **Análisis de la Factibilidad Técnica**

En la parroquia La Iberia actualmente cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, pero esta se encuentra fuera de servicio, o incluso según las entrevistas realizadas a los moradores aledaños al lugar, nos supieron manifestar que la PTAR nunca ha funcionado hasta la actualidad y piden la intervención de las autoridades competentes del GAD, además la PTAR, no cuenta con el tratamiento secundario, ni para el tratamiento biológico y de lodos activados, por ende las aguas que son descargadas de forma directa hacia el estero no cuentan con un previo tratamiento alguno.

Por ese motivo es de vital importancia la implementación del tratamiento biológico y de lodos activados para que de esta manera cumplan con la Normativa Legal, y las descargas que se realicen al Estero se efectúen de acuerdo a los límites máximos permisibles, además de un control y seguimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, por parte de las autoridades competentes para que así de esta forma tenga un proceso más efectivo sobre las descargas de aguas residuales a un cuerpo de agua dulce.

En la parroquia La Iberia posee un espacio amplio para la implementación de los tratamientos biológicos y de lodos activados, ya que estos serían las demás fases que le hacen falta a la PTAR, lo cual se busca reducir los niveles de contaminación de las aguas residuales domésticas vertidas directamente al Estero ya que no cumplen con los límites máximos permisibles según el TULSMA (Normativa Nacional).

El proyecto será factible debido a que evitara las debidas sanciones por parte de las Autoridades Competentes Ambientales, las cuales son las encargadas del control y seguimiento de las aguas residuales, hacia EPAAGUA del Cantón El Guabo, las cuales son las encargados del agua potable y alcantarillado de la ciudad.

### Análisis de la factibilidad económica

Para la ejecución de la propuesta en la parroquia La Iberia se debe tomar en cuenta los recursos económicos que ya han sido establecidos con anterioridad teniendo un costo total de \$3.107.520,19. Los costos serán responsabilidad de la autoridad competente.

A través del cálculo del VAN se pudo determinar el Valor total.

**Tabla 7.** Cálculo del VAN

PTAR			
Periodo	VALOR		
0	\$3.107.520,19	TASA DE OPORTUNIDAD	12%
1	\$ 100.000,00		
2	\$ 100.000,00	VAN	\$ 3.467.997,81
3	\$ 100.000,00		
4	\$ 100.000,00		
5	\$ 100.000,00		

**Elaborado por:** Los autores

## **Análisis de la factibilidad Social**

La implementación de los tratamientos biológicos y de lodos activados en la parroquia La Iberia del Cantón El Guabo, se depuraran aguas residuales que son desembocadas al Estero directamente cumpliendo con sus niveles máximos permisibles según la Normativa Legal, y a su vez ayudará al desarrollo del Cantón, y a la prevención de futuras enfermedades que contrae los diferentes patógenos y bacterias que son habitadas dentro del aguas residuales descargadas la cual pueden afectar a las personas aledañas a la PTAR.

No ha existido ningún problema de salud alguno por la falta de la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales, pero sin embargo se busca evitar los posibles impactos negativos que estos pueden ocasionar debido a que son aguas contaminadas, y estas van desembocadas directamente al Estero.

Es Factible de forma social debido a que mejorará el aspecto del Cantón al tener una PTAR, eficiente y efectiva, la cual evitará sanciones por parte de las autoridades competentes, contará con el reconocimiento debido y a su vez conservará el recurso hídrico para evitar cualquier tipo de alteración en la salud y calidad de vida de las personas.

## **Análisis de Factibilidad Ambiental**

La implementación de procesos adecuados para el tratamiento biológicos y de lodos activados, permitirá mejorar la calidad de las aguas residuales tratadas de forma que cumplan con los límites máximos permisibles, mejorando de forma positiva los impactos ambientales que se están dando dentro del recurso hídrico.

La implementación de estos procedimientos será de forma factible debido a que las aguas residuales domésticas de la parroquia La Iberia, serán tratadas respetando la Normativa Legal Ambiental (TULSMA), disminuyendo la presencia de contaminantes en el agua.

## CONCLUSIONES

Las aguas residuales descargadas actualmente en el estero Mogrovejo de la Parroquia La Iberia del cantón El Guabo, según los análisis realizados en el laboratorio Grupo Químico Marcos de la ciudad de Guayaquil, nos dio como resultados niveles altos de contaminación dentro del recurso hídrico sobrepasando los límites máximos permisibles expuestos en el TULSMA.

Con relación a los parámetros analizados, Sólidos Suspendidos Volátiles y Nitrógeno Orgánico, no existe Normativa Nacional que indique cuales son los LMP, por lo cual se optó por tomar Normativas Internacionales en las cuales fueron comparadas por Normativas de República Dominicana y de Panamá, dando como resultados niveles altos de que sobrepasan los LMP expuestos en dichas Normativas.

Referentes a las descargas de aguas residuales de la parroquia La Iberia, son desembocadas sin ningún previo tratamiento alguno, de este modo se determinó que la PTAR que existe en el Estero cuenta solamente con tratamiento primario, por lo que se optó a realizar una implementación de tratamiento biológico y de lodos activados, la cual permita desembocar aguas tratadas que cumplan con los LMP expuestos en la Normativa Nacional.

## **RECOMENDACIONES**

- Que la empresa de Agua Potable y Alcantarillado (EPAAGUA), del Cantón El Guabo realice un control y monitoreo de las aguas residuales desembocadas en el Estero Mogrovejo.
- Que los monitoreos que se realicen de los efluentes que son descargados al cuerpo de agua, sean según lo expuesto en el TULSMA, para que de esta manera garantice los cumplimientos de los LMP.
- Que el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón El Guabo, implemente un sistema que ayude a la PTAR a mejorar las aguas residuales que son desembocadas dentro del Estero, “Implementación de un sistema de tratamiento biológico y lodos activados previo a realizar descargas al estero Mogrovejo en la parroquia La Iberia.”



## BIBLIOGRAFÍA

- Grillet, S. C., Rodríguez, A. A., Pérez, S. R., & Pompa, N. P. (2016). Evaluación del tratamiento anaerobio de las aguas residuales de una comunidad universitaria. In *Revista Colombiana de Biotecnología* (Vol. 18, Issue 1).  
<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.57715>
- González Marañón, A., Palacios Mulgado, I., & Ábalos Rodríguez, A. (2020). Impacto ambiental del vertido de residuales en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón de Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Química*, 32(1), 154–171.
- Quiñones Huatangari, L., Ochoa Toledo, L., Gamarra Torres, O., Bazán Correa, J., Delgado Soto, J., & Kemper Valverde, N. (2020). Red neuronal artificial para estimar un índice de calidad de agua. *Enfoque UTE*, 11(2), 109–120.
- de la Lanza Espino, G., & Hernández Pulido, S. (2019). Variación de la calidad del agua de La Ciénega de Tláhuac, México. *CIENCIA ergo sum*, 26(3), 1–20.
- Vargas, A. K. N., Calderón, J., Velásquez, D., Castro, M., & Núñez, D. A. (2020). Análisis de los principales sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 28(2), 315–322.
- Sánchez, R. G., & García Gualoto, K. J. (2018). Tratamiento de aguas residuales con cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales. In *La Granja* (Vol. 27, Issue 1, pp. 103–111). <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.08>
- Baley, A. (2021). Aceites y Grasas Industriales. Reverte S.A.
- Bolaños-Alfaro et al. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos Cantones de Alajuela, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, XXX(4), 15-27.
- Camacho, J., & Ordoñez, L. (2008). Evaluación de la eficiencia de un sistema de recuperación de aguas residuales con *Eichhornia crassipes*, para el post-tratamiento del efluente del reactor anaerobio a flujo pistón de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga. Tesis de Grado. Bucaramanga, Bolívia: Repositorio Institucional. Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/203/digital\\_15841.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/203/digital_15841.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Césares, M., & De Cabo, L. (2018). Análisis de tendencias de variables indicadoras de calidad de agua para el riachuelo (Cuenca Matanza-Riachuelo, Argentina). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, XXXIV(4), 651-665.

Deluchi et al. (2016). Análisis de la sustentabilidad del uso del recurso hídrico bajo tres estilos de producción hortícola en el Cinturón Hortícola Platense. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, CXIV(2), 287-294.

Fernández-Santisteban, M. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, LI(2), 70-73.

Gómez, J., & Delance, J. (2014). Determinación del parámetro sólidos suspendidos totales (SST) mediante mágenes de sensores ópticos en un tramo de la cuenca media del río Bogotá. Revista UD y La Geomática, IV, 19-27.

Gualdrón, L. (2016). Evaluación de la calidad de aguas de ríos de Colombia usando parámetros físicoquímicos y biológicos. Dinámica Ambiental(1), 83-102.

Lozano-Rivas, W. (2013). Calidad fisicoquímica del agua: Métodos simplificados para su muestreo y análisis. Bogotá, Colombia: Universidad Piloto de Colombia.

Morillo et al. (2019). Remoción de tensoactivos y coliformes en aguas residuales domésticas mediante procesos Fenton. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, XXXV(4), 931-943.

Parra et al. (2018). Clarificación de aceite de cocina usado y decoloración de aceite rojo de palma con el uso de ozono, carbón activado y peróxido de hidrógeno. Enfoque UTE, IX(2), 77-88.

Pérez-López, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la Región Occidental de Costa Rica. Tecnología en Marcha, XXIX(3), 3-14.

Pullés, M. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba. CENIC Ciencias Biológicas, XLV(1), 25-36.

Sierra, C. (2021). Calidad de Agua: Evaluación y Diagnóstico. Medellín, Colombia: Ediciones de la U.

Vera, K., & Zambrano, M. (2019). Evaluación del Polvo de Moringa (M. oleífera) para remoción de sólidos suspendidos totales en agua residual del camal municipal de Calceta. Tesis de Grado. Calceta, Manabí: Repositorio Institucional. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/996/1/TTMA42.pdf>

Anexo, L. V. I. (n.d.). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>

*Ley de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua 305 Aguas.indd*. (2016.). <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu165480.pdf>

de 20-oct-2008 Última modificación: 13-jul-2011 Estado: Vigente, D. L. O. R. O. 449. (n.d.). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008*.

[https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)

de 12-abr. -2017 Estado: Vigente, L. O. R. O. S. 983. (n.d.). CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. Retrieved March 6, 2021, from [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)

Mejía-López, A., Cabrera, M., & Carrillo, Y. (2017). Remoción de contaminantes orgánicos presentes en agua residual doméstica mediante prototipo a escala de laboratorio. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de La Vida*, 26(2), 64–71.

Rodríguez-Ponce, E. (2017, February). *La investigación en el campo del estudio de las instituciones universitarias*. 42, 77. ISSN: 0378-1844

Ruiz, S. Y. C., & Castro, D. C. R. (2016). Análisis comparativo de modelos cinéticos para filtro biológico sin recirculación con medio de soporte en *Luffa Cylindrica* para el tratamiento de aguas .... *Revista Logos, Ciencia &*. ISSN: 2422-4200

Retegui, L. M. (2020). *La observación participante en una redacción: un caso de estudio*. <http://biblioteca.puntoedu.edu.ar/handle/2133/19113> ISSN: 2314-2634

Garizurieta Bernabé, J., & Muñoz Martínez, A. Y. (2018). Simuladores de negocios como herramienta de enseñanza-aprendizaje en la educación superior. *Apertura (Guadalajara)*. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-61802018000200036&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-61802018000200036&script=sci_arttext)

Ferrer Polo, J., Seco Torrecillas, A., & Robles Martínez, Á. (2018). *Tratamientos biológicos de aguas residuales*. Editorial Universitat Politècnica de València. ISBN: 978-84-9048-641-2

Anda Sánchez, J. (2017). Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México. *Sociedad Y Ambiente*. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-65762017000200119&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-65762017000200119&script=sci_arttext)

Caravali, M., Lotte, M. L., & Echeverry, L. C. (2017). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos en un reactor discontinuo de lodos activados para el tratamiento de aguas con metanol. *Ingeniería*, 22(1), 98–110.

Rojas, M. C. E., Bonilla, L. F. T., & Cuéllar, J. R. (2016). Diseño de un sistema experto para reutilización de aguas residuales tratadas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26(2), 21–34.

Arias-Lafargue, T., Salazar-Arrastre, P., Bessy-Horruitiner, T., Córdova-Rodríguez, V., & Rodríguez-Heredia, D. (2021). Opción de tratamiento para las aguas residuales del taller 1 de la empresa de fibrocemento. *Tecnología Química*, 41(1), 34–46.

Gea-Izquierdo, E., Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador, & Universidad de Málaga, Málaga, España. (2018). Métodos de desinfección del agua y su implicación en la legionelosis. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 09(3), 29–46.

## ANEXOS

**Anexo A.** Punto de muestreo ubicado en la parroquia La Iberia.

**Fotografía 1**



**Fuente:** Los autores.

**Anexo B.** Aguas Residuales del Estero Mogrovejo

**Fotografía 2**



**Fuente:** Los Autores.

**Anexo C.** Desembocadura de las aguas residuales domésticas.

**Fotografía 3**



**Fuente:** Los Autores.

**Anexo D.** Técnicos encargados de la toma de muestra del recurso hídrico.

**Fotografía 4**



**Fuente:** Los autores.

**Anexo E.** Aceites y grasas encontrados en la desembocadura hacia el Estero.

**Fotografía 5**



**Fuente:** Los Autores.

**Anexo F.** Toma de muestras por parte de los técnicos.

**Fotografía 6**



**Fuente:** Los Autores

**Anexo G. Residuos de llantas incineradas junto a la maleza**  
**Fotografía 7**



**Fuente:** Los autores.

**Anexo H. Observación in situ del lugar por parte de los técnicos encargados.**  
**Fotografía 8**



**Fuente:** Los Autores.



**Anexo I. Toma de datos**  
**Fotografía 9**



**Fuente:** Los Autores.

**Anexo J. Toma de muestra**  
**Fotografía 10**



**Fuente:** Los Autores.

**Anexo K.** Herramientas para la toma de muestras de agua.

**Fotografía 11**



**Fuente:** Los Autores.

**Anexo L.** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales sin funcionamiento.

**Fotografía 12**



**Fuente:** Los Autores.

# Anexo M. Análisis de muestras de aguas residuales

## Fotografía 13



AVILA RIVERA DIANA BELEN  
 Representante Legal: --  
 Dirección: La Ibeña, Tel. 096989 7425  
 Atención: Ing. Diana Avila

Guayaquil, 2021-04-13

### DATOS DE LA MUESTRA

Punto e identificación de la Muestra: DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE CENTROS POBLADOS  
 Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/03/29 / 11:48 / PROVINCIA EL ORO - PARROQUIA LA IBERIA - EL GUABO  
 Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/03/29 / 16:34  
 Matriz de la muestra: Agua Residual Doméstica

### DATOS DE MUESTREO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Caudal, medido por laboratorio (1)	551,77	m <sup>3</sup> /día	--	INTERNO	2021/03/29 JG
Potencial de Hidrógeno, in situ	7,21	Unidades de pH	0,28	PEE-GQM-FQ-4.1	2021/03/29 JG
Temperatura insitu	25,7	oC	3,7	PEE-GQM-FQ-0.2	2021/03/29 JG

### AGREGADOS ORGANICOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Demanda Bioquímica de Oxígeno	215,40	mgO <sub>2</sub> /l	52,32	PEE-GQM-FQ-0.5	2021/03/30 LS
Demanda Química de Oxígeno	343,30	mgO <sub>2</sub> /l	73,23	PEE-GQM-FQ-1.6	2021/03/30 LS
Aceites y Grasas (3)	5,58	mg/l	--	PEE-GQM-FQ-0.3	2021/04/07 NS
Tensoactivos-Detergentes	2,00	mg/l	0,52	PEE-GQM-FQ-2.1	2021/04/05 SP

### AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Sólidos Suspendidos Totales	68	mg/l	16	PEE-GQM-FQ-0.6	2021/04/06 NS
Sólidos Suspendidos Volátiles (1)	4	mg/l	--	PEE-GQM-FQ-0.6	2021/04/06 NS

### INORGANICOS NO METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Nitrógeno de Amoníaco	13,176	mg/l	2,743	PEE-GQM-FQ-3.1	2021/03/31 DF
Nitrógeno Orgánico	6,11	mg/l	--	PEE-GQM-FQ-4.2	2021/03/31 JV
Sulfatos	33	mg/l	5	PEE-GQM-FQ-2.8	2021/04/01 DF

### MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Totales-NMP (3)	>24 19700	NMP/100 ml	--	PEE-GQM-MB-3.8	2021/03/30 SP
Coliformes Fecales (3)	>24 19700	NMP/100 ml	--	PEE-GQM-MB-6.9	2021/03/30 SP

### SIMBOLOGÍA:

-- No Aplica  
 <LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No efectuada  
 S.M. Standard Methods  
 U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%

E.P.A. Environmental Protection Agency  
 P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM  
 G.R. Grados de Restricción  
 L.M.P. Límite Máximo Permisible  
 V.L.P. Valor Límite Permisible

VM.R. Valor Máximo Referencial  
 C.C. Criterios de Calidad  
 VM. Valor Máximo  
 VM.P. Valor Máximo Permisible

### NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

### IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

### DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.  
 Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

Parque California 2 Local D-41 Km. 11,5 vía a Daule  
 042-103390(2) / 042-103825(35) / 0998-286653  
[www.grupoquimicomarcos.com](http://www.grupoquimicomarcos.com)  
 Guayaquil - Ecuador

MC7.801-02

Página 1 de 2

Fuente: Los Autores.

# Anexo N. Análisis de muestras de aguas residuales

## Fotografía 14



**AVILA RIVERA DIANA BELEN**  
Representante Legal: —  
Dirección: La Iberia, Tel. 0969897425  
Atención : Ing. Diana Avila

Guayaquil, 2021-04-13

**DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA**

<b>Punto e identificación de la Muestra:</b>	DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE CENTROS POBLADOS
<b>Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:</b>	2021/03/29 / 11:48 / PROVINCIA EL ORO - PARROQUIA LA IBERIA - EL GUABO
<b>Fecha/Hora Recepción Muestras:</b>	2021/03/29 / 16:34
<b>Matriz de la muestra:</b>	Agua Residual Doméstica
<b>Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:</b>	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Jguevara / Puntual
<b>Duración de Actividad:</b>	---
<b>Coordenadas Geográficas:</b>	964053 -17M0625777
<b>Norma Técnica Aplicada:</b>	INEN 2169-2176: 2013
<b>Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):</b>	3.5 C° / EI-486
<b>Condiciones Ambientales del Monitoreo:</b>	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.
<b>Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.</b>	

**MEMORIA FOTOGRÁFICA**



Digitally signed by  
**FERNANDO LUIS MARCOS VACA**  
Date: 2021-04-13 09:13:29-05:00

**Q.F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico

Digitally signed by  
**LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA**  
Date: 2021-04-13 09:13:29-05:00

**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas. PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.  
INGENIERO RESPONSABLE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:  
En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad.)  
**DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:**  
La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.  
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.