



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

## **CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

### **TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL ECOSISTEMA REFUGIO DE VIDA  
SILVESTRE MANGLARES ESTUARIO DEL RÍO ESMERALDAS POR  
VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

### **AUTORA**

**MARÍA ÚRSULA MEDRANO QUINDE**

### **ASESORA**

**KARLA SOLÍS CHARCOPA**

**ESMERALDAS, NOVIEMBRE 2019**

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de Grado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, previo a la obtención del título de Ingeniería en Gestión Ambiental.

Presidente tribunal de Graduación.

Mgt. Sonia Mateos Marcos

Lector 1.

Mgt. Freddy Hernán Quiroz Ponce

Lector 2.

Mgt. Karla Solís Charcopa

Coordinadora Carrera de Gestión Ambiental.

Mgt. Karla Solís Charcopa

Directora de Tesis.

Fecha: 27 de Noviembre del 2019

## **AUTORÍA**

Yo, María Úrsula Medrano Quinde, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora y de la PUCE- SEDE ESMERALDAS.

FIRMA: \_\_\_\_\_

MARÍA ÚRSULA MEDRANO QUINDE

CI: 0804374783

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por permitirme realizar cada meta en mi vida.

A mis padres, por apoyarme en todo momento en mis estudios.

A todas las personas que colaboraron en la realización de esta tesis.

A mi asesora por haber estado siempre atenta en el proceso de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi madre por haber guiado mis pasos y permitirme culminar mis estudios superiores.

# ÍNDICE

AUTORÍA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
ABREVIATURAS.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
Presentación del tema de investigación.....	1
Justificación del estudio .....	2
Objetivos .....	3
Objetivo General: .....	3
Objetivos específicos:.....	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	4
1.1 Bases teóricas científicas.....	4
1.1.1 El ecosistema manglar.....	4
1.1.2 Características de los manglares .....	4
1.1.3 Importancia de los manglares a nivel mundial .....	5
<b>1.1.4 Servicios Ecosistémicos de los Manglares</b> .....	5
1.1.6 Importancia del Estudio del Agua .....	6
<b>1.1.7 Bioindicador</b> .....	6
1.1.7.1 Coliformes Fecales .....	7
1.1.8 Nicho ecológico .....	7
1.1.9 Aguas Residuales .....	8
1.2 Antecedentes .....	9
1.3 Bases Legales.....	10
2.1 Área de Estudio: .....	12
2.1.1 Puntos de muestreo .....	13
2.1.2 Tamaño del área de Estudio.....	14
2.1.3 Tipo de Investigación.....	14
2.1.6 Técnicas de análisis de laboratorio: .....	16

2.1.7 Recolección de datos.....	17
2.1.8 Técnicas de procesamiento y análisis .....	18
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....	20
3.1. Caracterización ecosistémica .....	20
3.1.1 Caracterización del ecosistema del manglar de Esmeraldas .....	20
3.2 Calidad de Agua .....	22
3.2.1 Calidad de Agua parámetros fisicoquímicos .....	22
3.2.2. Calidad de agua parámetros biológicos Coliformes totales y fecales. ....	23
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES.....	32
CAPITULO VII: ANEXOS .....	33
REFERENCIAS .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista aérea del manglar de la ciudad de Esmeraldas- Ecuador .....	12
Figura 2: Puntos de muestreos .....	13
Figura 3: Formula del tamaño de la muestra.....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos normales de los parámetros de calidad de agua.....	8
Tabla 2 Lugares correspondientes a las zonas de estudio.....	14
Tabla 3 Especies observadas en las tres zonas de estudio .....	20
Tabla 4 Lista de servicios ecosistémicos del manglar de Esmeraldas.....	21
Tabla 5 Datos obtenidos del análisis de agua Manglar Esmeraldas.....	22
Tabla 6 Valores obtenidos del análisis de parámetros biológicos.....	24

## **ABREVIATURAS**

SENAGUA: Secretaría Nacional del Agua.

MAE: Ministerio del Ambiente Ecuador.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

GADPE: Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Esmeraldas.

RVSME: Refugio de vida silvestre manglar de Esmeraldas.

NMP: Número más probable.

PSU: Unidades de salinidad.

DBO: Demanda biológica de oxígeno.

## RESUMEN

La presente investigación se fundamentó en la evaluación ambiental por aguas residuales en el manglar de Esmeraldas. Por lo que se obtuvieron datos de la calidad de agua en tres puntos de descargas de aguas servidas en tres fuentes puntuales de la ribera de Esmeraldas, por medio del muestreo durante 14 semanas consecutivas en los meses de abril a julio de 2017. En esta etapa se usó el procedimiento de laboratorio llamado “filtrado por membrana”, el cual se obtuvieron valores de Coliformes Totales y Fecales elevados. Los parámetros fisicoquímicos que se evaluaron fueron: la conductividad eléctrica, pH, Salinidad, oxígeno disuelto y amonio, mediciones realizadas *in situ* con la utilización de equipos portátiles: conductímetro, peachímetro de mano y medidor de amonio. Se realizaron visitas de campo durante 4 semanas al área de estudio donde se realizó la identificación de especies de flora y fauna cercanas a los vertidos de aguas residuales, además se enlistó los servicios ecosistémicos del manglar basándonos en la observación y revisión bibliográfica. Dada esta investigación inicial se evaluó que sí existía contaminación por aguas residuales, de las cuales la zona más afectada fue el Punto 3 correspondiente al Barrio Bella Vista Norte.

**Palabras clave:** Calidad de agua, contaminantes, tratamiento, reposición de daños, Esmeraldas.

## **ABSTRACT**

The present investigation was based on the environmental assessment for wastewater in the mangrove of Esmeraldas. As a result, water quality data were obtained at three sewage discharges points in 3 point sources on the Esmeraldas riverbank, through sampling during 14 consecutive weeks in the months of April to July 2017. At this stage a laboratory procedure called "membrane filtration" was used, which yielded values of elevated total and fecal coliforms. The physicochemical parameters that were evaluated were: electrical conductivity, pH, Salinity, dissolved oxygen and ammonia, measurements made in situ with the use of portable equipment: conductivity meter, handheld meter and ammonium meter. Field visits were made during 4 weeks to the study area where the identification of flora and fauna species near the wastewater discharges was made, as well as Ecosystem services of the mangrove, based on the observation and bibliography review. Given this initial investigation, it was assessed that there was contamination by wastewater, of which the most affected area was Point 3 corresponding to the Barrio Bella Vista Norte.

**Keywords:** Water quality, contaminants, treatment, damage restoration, Esmeraldas.

# INTRODUCCIÓN

## Presentación del tema de investigación

El Ecosistema Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Esmeraldas de la ciudad de Esmeraldas ubicado en el noroeste del Ecuador fue nombrado en el año 2008 como refugio de vida silvestre mediante acuerdo ministerial número XX (MAE, 2010). Esta reserva incluye bosques de mangle, espejos de agua, esteros y canales naturales propios del tipo de ecosistema manglar-estuario. Los ecosistemas marinos en Esmeraldas han sido impactados a través de los años por la mano del hombre, lo que ha supuesto una escasez de recursos biológicos como cangrejos y algunos bivalvos (GADPE, 2009).

De acuerdo con Simce (2015) uno de los principales problemas ambientales en este manglar han sido las aguas servidas expulsadas sin ningún tratamiento hacia el manglar. Esto atenta contra la vida de las especies marino-costeras e incluso pueden provocar la disminución de la biodiversidad en las desembocaduras de los ríos que fluyen al Océano Pacífico. Estas afirmaciones concuerdan con Guerrero (2014) el cual indica que este tipo de actividades incrementan las probabilidades de exponer a la población Esmeraldeña a enfermedades ocasionadas por el consumo de alimentos derivados del manglar.

En el Ecuador la degradación de los ecosistemas manglares por aguas servidas es un tema que aún está aplazado en cuanto a la creación de propuestas de disminución de las cargas contaminantes producto de los desechos de aguas domésticas hacia los ríos y manglares que se encuentran en los límites periurbanos de las ciudades (Simce, 2015). Según las cifras proporcionadas por SENAGUA (2012) en el censo poblacional del año 2010 apenas el 7% de todo el Ecuador posee un sistema de tratamiento de aguas servidas, este problema se agrava con el pasar de los años, gracias al incremento de la población y a la falta de iniciativas de los municipios para tratarlo. En zonas costeras como las de la ciudad de Esmeraldas, gracias a la conexión que existe entre los sistemas acuáticos, el destino de la contaminación incluye a más de un ecosistema río-manglar-océano. Esta contaminación agresiva acaba afectando al río y a todo tipo de ecosistemas como los manglares, y por consiguiente termina afectando a los océanos trayendo disminución en la calidad de las aguas y especies acuáticas (Escobar, 2002).

## **Justificación del estudio**

Los manglares al ser zonas de gran importancia ecológica, es necesario que se haga hincapié en su estudio, de esta manera podremos tener valores más aproximados acerca de su estado de conservación. Considerando que actualmente en la ciudad de Esmeraldas existen pocos estudios sobre este manglar, como esmeraldeña y estudiante de gestión ambiental identifiqué la importancia que tiene este ecosistema para la ciudad. Las perturbaciones a las que actualmente está sujeto el manglar y lo trascendental que es conservarlo para las generaciones futuras, encuentro en el manglar de Esmeraldas una oportunidad para generar bases científicas con la realización de este estudio. Además, el bienestar del ser humano está estrechamente ligado con el bienestar de la naturaleza, y esta tesis ayudará a estimular acciones de restauración del ecosistema Refugio de Vida Silvestre Estuario del Río Esmeraldas, así como para la prevención de daños y alternativas de mejoramientos de impactos antrópicos actuales (Ferrer, Roca y Gual, 2012).

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

Evaluar ambientalmente el Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Esmeraldas por los vertidos de aguas residuales.

### **Objetivos específicos:**

1. Realizar una caracterización ecosistémica de los bienes y servicios del manglar.
2. Calcular los parámetros fisicoquímicos del agua y cuantificar los coliformes fecales y coliformes totales de fuentes puntuales de contaminación del manglar.
3. Evaluar los posibles daños al ecosistema con respecto a los valores encontrados.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1 Bases teóricas científicas

### 1.1.1 El ecosistema manglar

Los manglares son ecosistemas encontrados en la línea de costa ya sea en zonas tropicales o subtropicales, su importancia radica en que son lugares muy productivos y de elevada biodiversidad (País, 2005). Su flora asociada al lugar presenta hojas perennes y raíces neumatóforas que son características a la supervivencia de las condiciones del medio con poco oxígeno (Gaxiola, 2011). Ecuador pese a ser un país pequeño posee 41 unidades de manglares y algunos de ellos se han convertido en áreas protegidas por su gran diversidad de flora y fauna. En Esmeraldas tenemos dos manglares los cuales son: Majahual y el Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Esmeraldas (Bravo, 2017).

### 1.1.2 Características de los manglares

Corresponden a formaciones en zonas tropicales de tierras inundables, poco oleaje, se constituye por suelos arenosos, pantanosos, arcillosos limosos, además de presentar canales y espejos de agua (Moreno, 2017). Su flora generalmente está compuesta por árboles y arbustos normalmente llamados mangles, estas formaciones presentan gran tolerancia a la salinidad por lo que generalmente los manglares se encuentran ubicados en zonas de mareas y estuarias, desde que empieza su formación pueden estar abarcando grandes cantidades de hectáreas con bosques densos de mangles (Gaxiola, 2011). Estos bosques de manglar son refugio de un gran número de organismos que habitan desde las raíces enterradas en el lodo hasta las hojas más altas de sus copas (PNUMA, 2012).

### **1.1.3 Importancia de los manglares a nivel mundial**

El 80% de las especies marinas dependen del manglar para subsistir, de las cuales muchas de ellas tienden a ser base de la cadena alimenticia no sólo de las comunidades que viven alrededor del manglar, sino también de los consumidores de productos pesqueros (Christensen, 2014). Gracias a las características de los manglares se llevan a cabo funciones ecosistémicas en sus raíces, éstas actúan en la captura de sedimentos manteniendo los nutrientes y a la vez disminuyen las sustancias contaminantes, debido a que en sus raíces poseen bacterias capaces de degradarlas. Debido a que son capaces de almacenar grandes cantidades de agua para amortiguar inundaciones absorbiendo y almacenando el agua; además, de ser importante para proteger a las costas de la erosión y fijar la arena en las playas (PNUMA, 2012).

Los manglares juegan un rol importante en la mitigación al cambio climático, porque este ecosistema almacena cinco veces más carbono que los bosques tropicales. Pero su verdadera importancia se ve reflejada en el proceso de adaptación al cambio climático dado que reduce significativamente el impacto de marejadas, huracanes y hasta de los tsunamis en algunos casos (Incoder, 2014).

### **1.1.4 Servicios Ecosistémicos de los Manglares**

Entre los servicios ecosistémicos que nos brindan los manglares están el enfriamiento natural del ambiente ya que funcionan como humedales, al ser depósitos de agua evitan que las tierras de cultivo se salinicen (Incoder, 2014), los manglares también actúan como filtros biológicos, reteniendo los sedimentos y filtrando las sales, así como el exceso de nutrientes (Herzig, 2009). Además, ofrecen conservación de línea de costa, captura de sedimentos, captura de carbono del aire, reciclaje de nutrientes, mantenimiento de calidad del agua, regulación del clima local, conservación de flora y fauna, y vías de navegación (Herzig, 2009).

Varios de estos servicios ecosistémicos antes mencionados en los últimos años han ido desapareciendo o han sido eliminados, debido a que estas áreas han sido transformadas para

utilizarlas en sistemas agrícolas y materias primas para la construcción de diferentes fines. (Incoder, 2014).

Los mangles a menudo ofrecen una fuente de productos madereros, proveyendo subsistencia a las poblaciones locales; sin embargo, la tala es en raras ocasiones la principal causa de la pérdida de estos árboles (Biodiversitas, 2009). Ésta se debe ante todo a la competencia por la tierra para desarrollos urbanos, turismo, agricultura o construcción de estanques para cultivo de camarón (Reese, 2016). Muchos gobiernos han optado por el manglar con la intención de aumentar la seguridad alimenticia, estimular las economías nacionales y mejorar los estándares de vida (Biodiversitas, 2009).

### **1.1.6 Importancia del Estudio del Agua**

Según Ramos (2017) la importancia del agua radica en que es vital para el mantenimiento de la vida en el planeta, y es indispensable que ésta se encuentre en buena calidad y saneamiento para que las personas puedan vivir en un ambiente saludable. Sin embargo, en la actualidad existen lugares amenazados por las actividades del hombre, por eso es necesario realizar estudios que evalúen los parámetros de calidad del agua que nos ayuden a prevenir su consumo y a tomar alternativas para su buen uso y manejo ambientalmente sostenible (Moléna y Grünberger, 2017).

### **1.1.7 Bioindicador**

Los bioindicadores son organismos que se emplean para determinar el grado de contaminación de un lugar, éstos pueden ser peces, bacterias, macroinvertebrados, algas, etc. Su uso en el monitoreo de calidad de agua es una herramienta muy viable ya que su aplicación sólo requiere la cuantificación de las especies y su análisis por medio de los índices de biodiversidad ya establecidos que determinan la calidad de agua (Silva, Castro, y Mora, 2006).

Entre los bioindicadores tenemos las bacterias que se destinan al estudio de disturbios provocados por contaminación fecal en los cuerpos de agua; el fitoplancton utilizado para estudios de disturbios relacionados con la eutrofización, permiten conocer las fluctuaciones en las masas de agua, y para Herbas, Rivero y González (2006), los peces reflejan los efectos de contaminación directa e indirecta, por lo que éstos tienen gran movilidad y su presencia o ausencia es determinante para los biomonitoreos.

#### **1.1.7.1 Coliformes Fecales**

Son un grupo de bacterias presentes en heces fecales formados por especies de *Escherichia coli* y *Klebsiella*, tienen la capacidad de multiplicarse en el agua cuando las condiciones del medio ambiente presentan materia orgánica, pH, humedad en condiciones adecuadas para su reproducción; además, soportan elevadas temperaturas, gracias a ello estos organismos pueden permanecer en el agua por más tiempo (Pulido, Navia, Torres y Prieto, 2005).

#### **1.1.7.2 Coliformes Totales**

Son una familia de bacterias microscópicas que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y del intestino de los animales incluyendo a los humanos. Pero también distribuidos en la naturaleza especialmente en suelos, agua, semillas y vegetales. Son utilizados para determinar la calidad de efluentes de agua además e indicar la calidad de agua en sistemas de tratamiento de aguas servidas (Castro, 2017).

#### **1.1.8 Nicho ecológico**

Es aquella función que cumple determinado organismo o grupo en el ecosistema incluyendo el espacio físico donde se desarrolla, el cual difiere en las adaptaciones, el uso de los recursos y el estilo de vida de los organismos. Dicho esto, los organismos pueden compartir un hábitat y están sometidos a las condiciones del medio, por ejemplo:

- El nicho que ocupa un grupo de jirafas en África.
- Un grupo de pirañas en un río.
- El nicho que ocupan leones y cebras.
- Lobos marinos y aves guaneras en una isla cercana a la costa.
- Un enjambre de abejas construyendo un panel en un árbol.

### 1.1.9 Aguas Residuales

Se define como aguas residuales a las aguas que han sido utilizadas por actividades domésticas, industriales o comunitarias, vienen directamente del abastecimiento de agua potable de la población, son aparentemente inutilizables a menos que sean sometidas a procesos de depuración. Son atribuidas en Sudamérica a la contaminación de ríos, lagos y esteros gracias a que gran parte vierte las aguas servidas a los cuerpos de agua (Blazquez y Montero, 2010).

Una de las afectaciones que ocasiona la contaminación por aguas residuales a los manglares es la hipersalinidad, que es generada por el impedimento de la fluidez de los caudales de agua salobre o dulce, esto se debe a la sedimentación de las aguas residuales, afluentes industriales o desechos sólidos (Gette, 2009).

**Tabla 1**

Rangos normales de los parámetros de calidad de agua.

<b>Parámetros</b>	<b>Rango Normal</b>
pH	5-9
Conductividad	$\geq 1500 \mu\text{S/cm}$
Coliformes Totales	20000 NMP
Coliformes Fecales	3000 NMP
Temperatura	Condiciones naturales + 3
Oxígeno Disuelto	$> 5\text{mg/l}$
Salinidad	0- 30 PSU
Amonio	0,07ppm

*Adaptado de Norma de Calidad ambiental y descargas de afluentes Ecuador*

Nos referimos a condiciones naturales a todos aquellos factores provenientes de la naturaleza como lo es el clima, las precipitaciones, la humedad, el tipo de suelo, el tipo de vegetación que presenta la temperatura en estos medios más los 3 grados añadidos como rango normal.

## 1.2 Antecedentes

Los ecosistemas acuáticos y terrestres hoy en día están sufriendo un sinnúmero de alteraciones, las cuales son causadas por perturbaciones de fuentes puntuales como los son aguas residuales o camaroneras (García y López, 2016). En la actualidad un 70% de la biodiversidad de los manglares está siendo comprometida por el incremento de aguas residuales, las cuales han tenido un impacto altamente negativo, mostrando evidencia de baja calidad de agua y bajos índices de biodiversidad (Escobar j. , 2002), esto es confirmado por la alta presencia de coliformes fecales, y coliformes totales, los cuales son organismos característicos por la presencia de aguas residuales.

En Ecuador existían 203.695 ha de bosque manglar, pero en el año 1969 por el auge de las camaroneras hubo un descenso muy grande en nuestras tierras, las cuales eran asentadas en la región costa especialmente en los manglares. Como consecuencia se estima que han desaparecido 54.039 ha de área de manglar (Reese, 2016). Otra de las problemáticas dentro de la contaminación de los manglares es la producción de residuos líquidos domésticos o aguas residuales, esto se agrava gracias al incremento poblacional que existe en Latinoamérica, ya que desde los años 1950 a 1995, se pasó de tener 179 millones de habitantes a 481 millones, y por consiguiente se estima un aumento en la contaminación por aguas servidas, debido a que apenas el 5% de las aguas servidas en Latinoamérica son tratadas, el resto son vertidas a cuerpos de agua como ríos o lagos estuarios (Reynolds, 2002).

Lamentable, en Ecuador la dotación del líquido vital aún es escasa, lo cual es notorio en la ciudad de Esmeraldas, lo que ha desencadenado problemas de contaminación de agua en las riberas de los ríos. Esta información es confirmada por quienes indican que las aguas residuales de la mayoría de las comunidades o zonas rurales del Ecuador eliminan sus aguas al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento o cuidado de éste.

Esmeraldas ha incrementado su población de 122.004 a 161.868 habitantes entre el año 2001 y el año 2010. Sin embargo, el desarrollo poblacional de esta ciudad, no ha ido a la par con el desarrollo infraestructural de los tratamientos para las aguas residuales, lo cual ha conllevado que un aproximado de 19 puntos de descarga de aguas residuales sean eliminadas directamente a los ríos de Esmeraldas y Teaone sin ningún tipo de medida (Menendez, 2014). Esto ha generado afectaciones a la salud humana y a la diversidad del manglar

ubicado en la ciudad Esmeraldas. Así mismo, este ecosistema se ha visto perturbado por la industria camaronera de camarón, lo cual ha llevado a que en los últimos años el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) realice esfuerzos de restauración con la siembra de plantas nativas en las áreas afectadas y mingas de limpieza (MAE, 2015).

### **1.3 Bases Legales.**

El art. 66 de la ley Forestal de conservación de áreas naturales y vida silvestre, considera como patrimonio de áreas naturales a las tierras que destacan por su valor protector, científico, escénico, educacional, turístico y recreacional, por su flora y fauna, o porque constituyen ecosistemas que contribuyen a mantener el equilibrio del medio ambiente. Es por ello por lo que los manglares conservan los primeros puestos en cuanto a ecosistemas que debemos cuidar a nivel mundial.

Los manglares son ecosistemas de gran valor, Ecuador en su constitución actual establece artículos que resaltan su importancia y lo indispensables que son para el desarrollo cultural, económico y social de las poblaciones. De acuerdo a la Ley de Conservación del Manglar emitida en el año 2003 cuyos objetivos son: proteger, regular, restaurar y conservar estas zonas gracias a los servicios y bienes que nos provee.

En el art. 6 de la misma ley el estado garantiza que las personas cerca al manglar vivan en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por lo cual se necesitan realizar más estudios para establecer la realidad del estado contemporáneo de la relación de los manglares con las poblaciones ancestrales o los asentamientos alrededor de estas zonas.

Según la Ley de Recursos Hídricos del Ecuador en su artículo 36 establece las principales responsabilidades del cuidado de los ecosistemas marino costeros, así como también se debe velar por el estado de la calidad del medio con parámetros establecidos en estudios científicos, igualmente hace hincapié en el manejo sustentable de todos los ecosistemas que albergan agua.

El art. 38 de la Ley de Recursos Hídricos establece la prohibición de autorización del uso o aprovechamiento de aguas residuales, en caso de que éstas incumplan los parámetros de la

normativa vigente. Igualmente, el art. 60 prohíbe el libre acceso y uso del agua superficial o subterránea en donde se descarguen vertidos o se produzca alteración en su calidad, cantidad y que afecte a terceros.

Nuestro país establece artículos claros para cada uno de los recursos naturales y áreas de conservación en las leyes creadas y reformadas a través de los años, por lo tanto el estudio en campo es la mejor manera de constatar y apelar los posibles cambios positivos o negativos del ecosistema.

## CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudio:

El refugio de vida silvestre Manglares estuario del río Esmeraldas se encuentra ubicado en la ciudad de Esmeraldas-Ecuador (Figura 1), junto a la desembocadura del río del mismo nombre con el Océano Pacífico. Posee una extensión de 242 hectáreas, su temperatura media anual es de 25,6°C y la precipitación media anual es de 738 mm al año, presenta clima tropical (MINISTERIO DEL AMBIENTE ECUADOR, 2015), y sus coordenadas son - 79.6462 N – 0.97421 O.

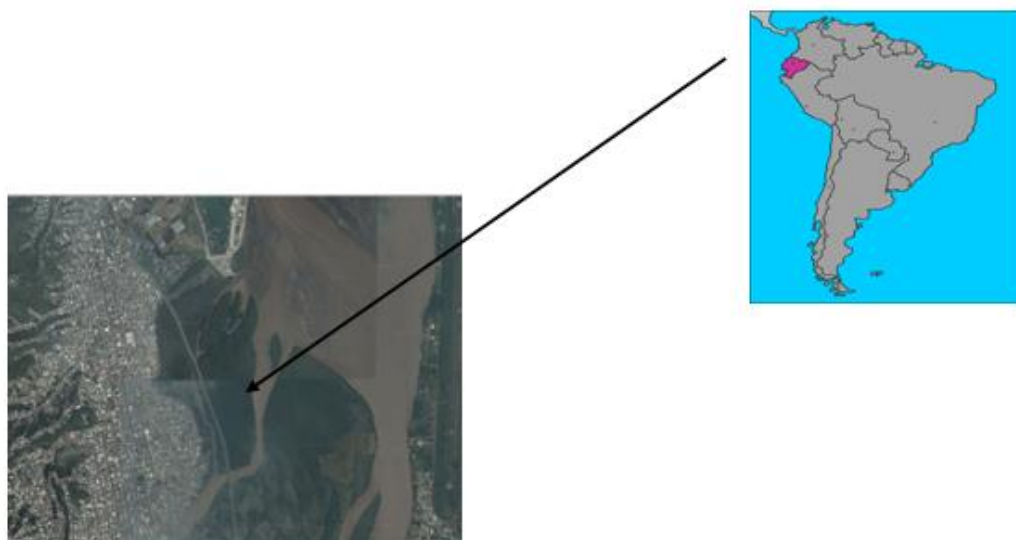


Figura 1: Vista aérea del Refugio de vida silvestre Manglares estuario del río Esmeraldas - Ecuador  
Fuente: Autora

## 2.1.1 Puntos de muestreo

Se realizó el muestreo en tres puntos (Figura 2) correspondientes al barrio Arenal y Puerto Limón, zonas donde se tomarán las muestras de aguas del río Esmeraldas, en donde las descargas de aguas residuales es uno de los posibles contaminantes en el recurso hídrico.

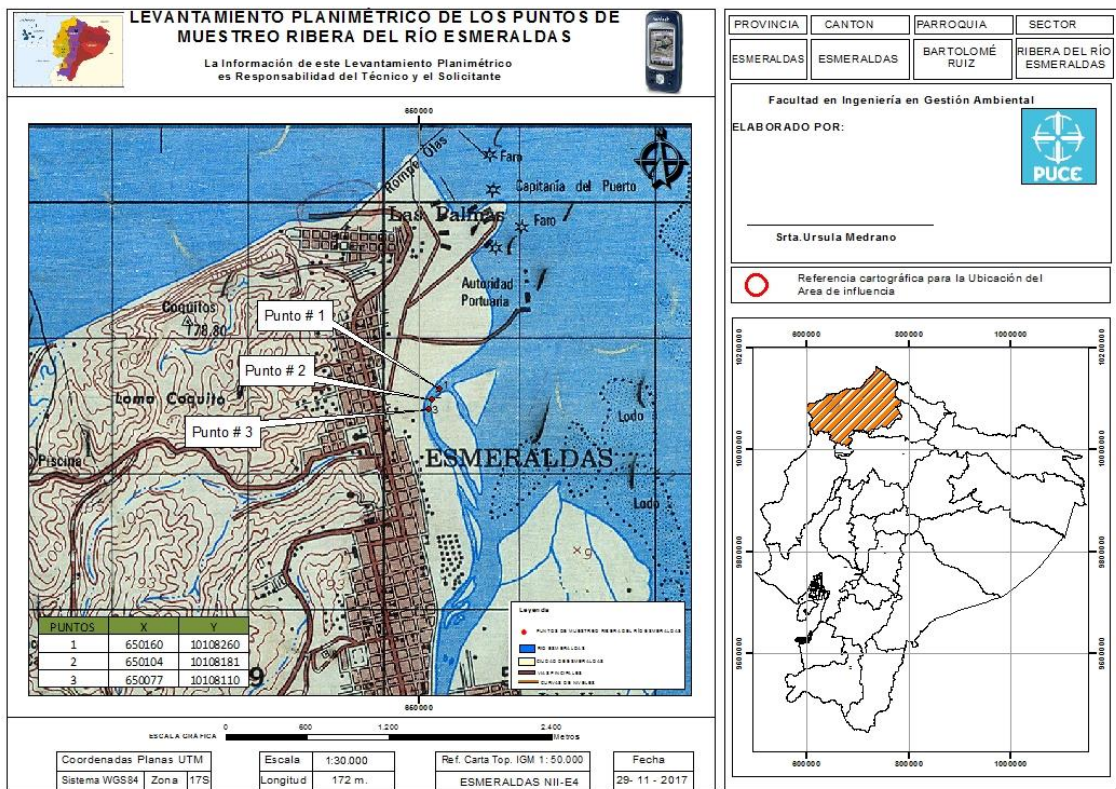


Figura 2: Puntos de muestreos (Medrano, 2017)

**Tabla 2**

Lugares correspondientes a las zonas de estudio.

Puntos de muestreo	Lugar	Coordenadas	
		x	y
Zona1	Barrio Arenal	650160	10108260
Zona 2	Barrio Nueva Esperanza	650105	10108181
Zona 3	Barrio Bella Vista norte	650077	10108110

### **2.1.2 Tamaño del área de Estudio**

El manglar de Esmeraldas actualmente posee 242 hectáreas que cubren gran parte de la zona ribereña de Esmeraldas y hasta casi llegar a la desembocadura con el océano Pacífico. Este manglar podemos dividirlo en dos zonas que abarcan la parte fluvial y la parte ribereña que linda con los barrios bajos de la ciudad, ésta última abarca una extensión de 200 m.

### **2.1.3 Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es de carácter experimental, por lo que vamos a levantar nuestra propia información en la identificación y cuantificación de los indicadores antes mencionados y estimar los posibles daños al área de estudio, para así proporcionar una valoración al ecosistema afectado por la contaminación de aguas residuales.

**Descriptiva.** - Conceptos básicos de cada uno de los componentes estudiados para tener una apreciación de las características y funciones específicas en el área de estudio, de este modo facilitamos bases científicas para el desarrollo de la investigación.

**Observación.** - Caracterización del manglar de Esmeraldas de los componentes relacionados con el área de estudio mediante ficha de observación, que es utilizada para plasmar las actividades realizadas en los recorridos y la información recolectada durante los días de visita al manglar.

**Estudio Correlacional.** - Relación entre las variables a estudiar para determinar la dependencia entre las aguas residuales y la contaminación del manglar basándonos en los parámetros o límites permisibles dados en las leyes ambientales del país.

**Cuantitativa.** - Los datos obtenidos en los muestreos del área de estudio.

#### **2.1.4 Caracterización ecosistémica**

Para la realización de la caracterización del ecosistema manglar de Esmeraldas se dividió el trabajo en dos procedimientos, el primero consistió en una vista general de las especies de flora y fauna del área de estudio y demás partes del manglar, la segunda parte fue referente a los servicios ecosistémicos que nos brinda el manglar.

#### **2.1.5 Ficha de Observación**

Es un instrumento donde se registra la información detallada de lugares, personas, naturaleza etc. Se creó con la finalidad de apuntar la identificación de especies en los puntos estudiados.

#### **2.1.6 Encuesta**

Se realizó una encuesta a las personas aledañas a los puntos de muestreo con el fin de obtener información acerca de los posibles bienes y servicios que son utilizados y aprovechados indirectamente por estos pobladores.

Como no existe un número exacto del total de viviendas aledañas a la rivera de Esmeraldas tomaremos el número de las familias que existen en el barrio Arenal que es aproximadamente de 336 según el (Comercio, 2018)

Fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Figura 3 Formula del tamaño de la muestra (Aguilar, 2005)

En donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Tamaño de la población

$\sigma$ : Desviación estándar de la población

Z: Valor obtenido mediante niveles de confianza

e: Límite aceptable de error muestral

De acuerdo con la fórmula se encuestarán a 75 personas para que la muestra sea significativa y los datos reales se encontrarán en un intervalo de  $\pm 10\%$ .

### **2.1.7 Revisión bibliográfica**

En este punto se acudió a visitar las instalaciones del Ministerio del Ambiente Esmeraldas para solicitar información más detallada del ecosistema manglar ya sea por medio digital o escrito. Se solicitó el plan de Manejo ambiental de la Reserva de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas.

### **2.1.6 Técnicas de análisis de laboratorio:**

#### **2.1.6.1 Coliformes Totales, método de filtrado por membrana**

El método de filtrado de membrana (MFM) se utilizó para estimar las poblaciones bacterianas en el agua, es especialmente útil para evaluar coliformes (Hach, 2000).

Pasos:

Se filtró un volumen de muestra apropiado a través de un filtro de membrana con poros lo suficientemente pequeños (0,45 micrones) como para retener las bacterias. Al filtro se le colocó una almohadilla absorbente (en una caja Petri) saturada con un medio de cultivo selectivo para el crecimiento de coliformes (ampolla de caldo m-ColiBlue24).

La caja Petri que contiene el filtro y la almohadilla se incubó en posición invertida durante 24 horas a una temperatura apropiada de  $35 \pm 0,5$  °C en Coliformes Totales y  $44,5 \pm 0,2$ °C para Coliformes Fecales. Después de la incubación, las colonias que se han formado se identifican y se observan utilizando un microscopio estereoscópico de 10 a 15x.

### **2.1.7 Recolección de datos**

La toma de datos se realizó en un período de tres meses y medios, los mismos que empezaron en la primera semana de marzo hasta principios del mes de junio. Las muestras fueron colectadas durante 14 semanas, con una frecuencia de una por semana, en tres fuentes puntuales de contaminación identificadas y mencionadas previamente. Esto dio lugar a 42 muestras para Coliformes fecales y 42 muestras para Coliformes totales. Una vez recolectadas las muestras se efectuaron los procedimientos cuantificación de Coliformes totales y Coliformes fecales.

Para la toma de muestras se procedió a realizar los siguientes pasos utilizando los siguientes materiales:

- Frascos esterilizados de hasta 1 litro
- Guantes caucho resistentes
- Portador de muestras hermético
- Botas altas
- Rotulador
- Marcador
- Gel refrigerante

### **Recolección de las muestras:**

Al llegar al lugar añadimos a nuestro vestuario las medidas de seguridad correspondientes, vistiéndonos con guantes, botas y mascarilla dado al fuerte olor de drenaje del área.

Se recolectaron las muestras de agua en los frascos estériles, cerramos y rotulamos bien con la fecha y número de muestra.

Las colocamos en un contenedor previamente acondicionado a baja temperatura con el gel refrigerante y tapamos.

### **2.1.8 Técnicas de procesamiento y análisis**

#### **Programa estadístico R**

Es un software libre para el análisis de datos científicos, con funciones para manipulación de datos, trazado, estadísticas univariadas y multivariadas, análisis ecológico, series de tiempo y análisis espacial, morfometría y estratigrafía.

#### **Prueba de hipótesis No paramétrica**

Para poder realizar los análisis del estudio y las medias a llevar a cabo, se necesitarán recurrir a la confirmación de hipótesis de la normalidad en las variables a estudiar, en cada uno de los tamaños de muestras cuando la hipótesis que vamos a contrastar serán las siguientes:

#### **Normalidad**

Los análisis de normalidad, también llamados contrastes de normalidad tienen como objetivo analizar cuánto difiere la distribución de los datos observados respecto a lo esperado si procediesen de una distribución normal con la misma media y desviación típica. Pueden diferenciarse tres estrategias: las basadas en representaciones gráficas, en métodos analíticos y en test de hipótesis.

Primero se analizó el supuesto de Normalidad Shapiro Wilk en cada uno de los puntos para posteriormente poder realizar la prueba de T- Student.

#### **Ejemplo:**

$H_0$ = Los Coliformes Totales se distribuyen normalmente.

$H_1$ = Los Coliformes Totales no se distribuyen normalmente.

Si el valor de p es mayor a 0,10 la hipótesis nula será aceptada.

Si el valor de p es menor a 0,10 la hipótesis nula no será aceptada y se acepta la hipótesis alternativa.

### **Test de Student**

Para analizar la existencia si la cantidad de tal parámetro está fuera del rango permitido, se realizará esta prueba en una población en los 3 puntos. Con un nivel de significación de  $\alpha$  0,05.

$H_0$ :  $u_1 \leq 3000$

$H_1$ :  $u_1 < 3000$

$\alpha = 0,05$

### **Ejemplo:**

#### **¿Los Coliformes fecales pueden ser causantes de la contaminación del agua?**

Si el valor obtenido es menor que 0,05 se acepta  $H_1$  y por ende se establece que sí hay contaminación.

Al contrario, si el valor es mayor a 0,05 se rechaza  $H_1$  y se acepta  $H_0$ .

### **Diferencia significativa**

Nos ayuda a determinar el grado de variabilidad que puede existir entre dos muestras y así poder representar una afirmación de los resultados de un estudio en específico. Si el valor de p está por debajo de un nivel de significancia generalmente: 0,10 , 0,05 o 0,01 el investigador puede intuir que existe diferencia significativa entre las variables, con esto se puede rechazar la hipótesis de la investigación (Camacho, 2007).

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Caracterización ecosistémica

#### 3.1.1 Caracterización del ecosistema del manglar de Esmeraldas

La Tabla 3 muestra que la mayoría de las especies de aves observadas se encontraron en la zona 1, a diferencia de la Zona 3 en la que no se lograron observar aves. Adicional a ello, en la zona 2 se encuentran dos especies de mangle el mangle negro y blanco. En la zona 1 es la única área donde se visualizan los tres tipos de mangle. Por último, la Zona 1 presenta tres variedades de mangle, se puede resaltar que hay presencia de mangles de diferentes especies en los tres sitios de muestreo. También se observó otras especies encontradas en el resto del área donde se enlistan variedades de árboles como el Guachapelí, el Mate y la Totorá.

**Tabla 3**

Especies observadas en las tres zonas de estudio

Tipo	Nombre Común	Nombre Científico	Zona 1	Zona 2	Zona 3
<b>F l o r a</b>	Mangle negro	<i>Avicennia germinans</i>	x	x	
	Mangle Blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	x	x	x
	Mangle Rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	x		
	Helecho Raconcha	<i>Acrostichum aureum L</i>	x	x	x
	Mate	<i>Crescentia cujete</i>			x
	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>		x	x
	Totorá	<i>Schoenoplectus californicus</i>		x	x
<b>F a u n a</b>	Fragata Magnífica	<i>Fregata magnificens</i>	x		
	Garza Real	<i>Ardea alba</i>	x	x	
	Garza Nívea	<i>Egretta thula</i>	x	x	
	Pelicano Pardo	<i>Pelecanus occidentalis</i>	x		
	Cormorán Neotropical	<i>Phalacrocorax brasilians</i>	x		
	Gallinazo	<i>Coragyps atratus</i>	x	x	

### 3.1.2 Servicios Ecosistémicos del manglar de Esmeraldas

De acuerdo con la información levantada en campo y bibliografía analizada de Balvanera y Cotler (2009) sobre de los estados y tendencias de los servicios ecosistémicos, se identificaron los servicios ecosistémicos para establecer de forma detallada los beneficios que ofrece el manglar de Esmeraldas a las poblaciones humanas, las cuales se sirven tanto directa e indirectamente de las funciones ecosistémicas del manglar (Tabla 4).

**Tabla 4**

Lista de servicios ecosistémicos del manglar de Esmeraldas.

<b>Abastecimiento</b>	
Provisión de alimentos	Pescado, crustáceos, algas e invertebrados.
Fibra, madera y leña	Madera, leña, forraje, agregados.
<b>Regulación</b>	
Regulación del clima	Regulación de gases de efecto invernadero, temperatura, precipitación y otros procesos climáticos.
Regulación biológica	Preservación la diversidad funcional e interacciones.
Control de contaminación y desintoxicación	Retención, recuperación y remoción de exceso de nutrientes y contaminantes.
Protección de la erosión	Retención de suelos.
Desastres naturales	Control de inundaciones; protección contra tormentas, tsunamis.
<b>Culturales</b>	
Espiritual e inspiración	Emociones personales y bienestar
Recreacional	Oportunidades para el ecoturismo y recreación
Estético	Aprecio de características naturales

<b>Soporte</b>	
Biodiversidad	Hábitat para especies residentes o transitorias.
Formación de suelo	Retención de sedimento y acumulación de materia orgánica.
Circulación de nutrientes	Almacenaje, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes.

*Adaptado de (Hernandez, Molina y Agraz, 2017)*

## **3.2 Calidad de Agua**

### **3.2.1 Calidad de Agua parámetros fisicoquímicos**

La tabla 5 muestra los resultados del pH en todas las semanas de muestreo, en los cuales se puede evidenciar promedios alcalinos (Zona 1 = 7,56), (Zona 2 = 7,72) y (Zona 3 = 8,05) según el indicador universal del pH. Adicionalmente, de acuerdo con la tabla, las tres zonas están dentro del límite permisible = 5-9 pH durante el período de muestreo.

El promedio de temperatura registrado a lo largo de los muestreos demuestra un rango normal (Condiciones naturales +3) dada por las condiciones del medio.

De acuerdo con las muestras tomadas, se puede identificar que todos los valores de conductividad eléctrica están dentro del límite permisible (1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (Tabla 5). El oxígeno disuelto presenta un promedio escasamente por encima del rango normal en las zonas 2 y 1. Sin embargo, en la zona 3 se ha marcado un promedio bajo en cuanto a este parámetro.

El Amonio en la zona 1 presenta un valor promedio de 0,06 para el amonio por debajo del rango de la permisibilidad. Sin embargo, los promedios de las zonas 2 y 3 superan el valor establecido, la zona 2 con 0,04 puntos de diferencia y la zona 3 con 0,31 puntos de diferencia.

#### **Tabla 5**

Datos obtenidos del análisis de agua del Manglar Esmeraldas.

Parámetro	Área	Promedio	Promedio Normalidad	Promedio Test Student	Diferencias Significativas
pH	P1	7,56	0,145	0,726	Diferencia entre el Punto 1 y 3 de p=0,004388
	P2	7,72			
	P3	<b>8,05</b>			
Temperatura	P1	25,4	0,193	0,667	
	P2	24,7			
	P3	25,2			
Conductividad	P1	859,50	0,122	0,685	Diferencia entre el Punto 1 y 3 de p=0,02669
	P2	865,29			
	P3	887,71			
Oxígeno Disuelto	P1	5,14	0,165	0,745	
	P2	5,57			
	P3	<b>4,89</b>			
Amonio	P1	0,06	0,168	0,699	
	P2	0,11			
	P3	<b>0,38</b>			
Salinidad	P1	25,3	0,125	0,658	
	P2	25,6			
	P3	<b>26,2</b>			

### 3.2.2. Calidad de agua parámetros biológicos Coliformes totales y fecales.

La Tabla 6 muestra los valores obtenidos para coliformes totales, cual valor más alto de promedio obtenido durante los muestreos fue en el Zona 3 de 35000 NMP. Adicionalmente, también se puede indicar que tanto en la Zona 1 y 2 también existen niveles altos de

coliformes totales (Zona 1= 22286) y (Zona 2= 28429), y el número alcanzado de Normalidad es 0,4734 lo que indica que los datos están distribuidos normalmente.

Los valores más altos en los coliformes fecales (Tabla 6) se encuentran en la zona 3 con promedio de 235338 NMP. Del análisis de todos los datos obtenidos de los coliformes fecales se encontraron diferencias significativas entre la Zona1 y la Zona 3 con un valor de  $p = 0,0007605$ .

**Tabla 6**

Valores obtenidos del análisis de parámetros biológicos.

Parámetro	Área	Promedio	Promedio Normalidad	Promedio Test Student	Diferencias Significativas
Coliformes Totales	P1	22286	0,473	0,726	P1 y P3 (0,001493) y P2 y P3 (0,03389)
	P2	28429			
	P3	35000			
Coliformes Fecales	P1	<b>14479</b>	0,193	<b>0,00022</b>	Diferencia entre el Punto 1 y 3 de P=0,0007605
	P2	<b>18429</b>			
	P3	<b>23538</b>			

## CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Ecuador es un país ubicado en América del Sur entre Colombia y Perú, éste presenta altos índices de biodiversidad dado que presenta climas variados y es el país con más ríos por

metro cuadrado del mundo. Es conocido por tener cuatro regiones; Costa, Sierra, Amazonía e Insular en su territorio nacional, esto ha implicado a que existan reservas naturales de todo tipo en su superficie, una de éstas es el Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Esmeraldas ubicada al noroccidente del país, nombrada el 13 de junio del año 2008. Sin embargo, los esfuerzos por mantener el refugio intacto se ha visto amenazado por algunos factores externos de los cuales tenemos la tala ilegal de árboles de manglar y la presencia de descargas de aguas residuales. Ésta última fue la base para la investigación donde se evaluó si existe contaminación dentro de algunas zonas del manglar en donde son visibles los puntos de descargas de aguas residuales, para esto se empezó determinando la identificación de especies (plantas, aves, mangle y, animales acuáticos) que habitan cerca de los puntos estudiados.

Con respecto a las especies identificadas dentro del manglar de Esmeraldas se logró observar una diversidad variada entre aves y árboles de manglar. Además, el Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Esmeraldas cuenta como un lugar con potencial turístico. La diversidad del ecosistema manglar puede variar a consecuencia de la presencia de aguas residuales las cuales pueden contener altos niveles de elementos tóxicos para las especies circundantes del lugar como, por ejemplo, pueden afectar al crecimiento de peces, aves y mamíferos además de ocasionar problemas endocrinos (Pernia et al., 2018). Así mismo, la información obtenida a lo largo de esta investigación y la levantada en los manglares de Majahual nos demuestran una mayor existencia de información registrada de especies de manglares y fauna, como lo detalla el estudio realizado por El Instituto Ecuatoriano Forestal en el año 2008, el cual describe de manera más profunda los detalles de la flora y fauna del lugar, a diferencia de esta investigación que no abarcó de manera detallada la biomasa, frecuencia relativa ni densidad de las poblaciones específica del área de estudio (Instituto Ecuatoriano Forestal, 2008).

Sin embargo, podemos destacar que el manglar de Esmeraldas presenta mangles de mediana altura (tablas 3) en lo que abarca casi toda el área de la rivera, el cual se pueden apreciar diferentes tipos de mangles al igual que el estudio del manglar del Ejido en México, el cuál presenta mangles de las mismas especies encontradas en el área de estudio estudiada: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* tipos de mangles típicos de los ecosistemas de Sudamérica (Basáñez, Olmedo y Rojas, 2006). No se ha demostrado

que las descargas de aguas domésticas afecten de alguna manera negativa o positiva a las especies de mangles debido a las características y funciones ecológicas de los mismos que es la de depurar el agua de ciertos agentes perjudiciales del agua, gracias a que en sus raíces poseen bacterias capaces de degradar los sulfatos, metano, nitratos, además de estar adaptados al ambiente con poco oxígeno (Hernández M. , 2017). Sin embargo, los manglares también pueden verse limitados a la ubicación geográfica, falta de minerales y de nutrientes que condicionan la altura y diámetro de éstos (FAO, 2004).

De acuerdo a los resultados en la Tabla 3 donde se identificaron algunas especies de aves, también se observó que existían pocos números de individuos a diferencia de otros sitios del manglar; de acuerdo Blgo José Mendoza (2017), puede ser por motivo de contaminación dadas a las actividades antropogénicas ya sean las aguas residuales o las condiciones del sitio, ya que las aves ya sea por motivo de alimentación, anidación o refugio buscan zonas apropiadas entre el manglar y espejos de agua; mientras que en zonas de constante cambio intermareal y de constante lavado de la pleamar se encuentran menos riqueza de especies. Las aguas residuales pueden afectar a las especies de aves ya sea por la biomagnetización de los contaminantes como coliformes fecales, streptococos y demás organismos bacteriológicos que pasan a través del agua al organismo de aves y peces por la cadena alimenticia, por consiguiente, estos contaminantes también pasan al ser humano como consumidor final de peces y especies extractivas del manglar (Raffo y Ruiz, 2014).

En el área de estudio fueron identificadas aves como el Pelicano, la Garza Real, la Garza Nívea, el Pelicano Pardo, el Cormorán neotropical y Gallinazos, pero no se observaron especies habituales como las mencionadas en la tesis de Segovia (2018), como: Garza nocturna Coroninegra. Martín Pescador, Garza Azul y el Garzón Cocoli, en su guía de interpretación de aves del manglar de la ciudad de Esmeraldas. Cabe recalcar que la mención se realiza sobre la importancia que poseen los cuerpos de agua en el desarrollo de las aves de manglar. Adicionalmente según el plan de manejo del Refugio elaborado por el MAE (Ministerio del Ambiente Ecuador) nos muestra que las aves más comunes del lugar son los pelícanos, fragatas, cormoranes y garzas (Ministerio del Ambiente Esmeraldas, 2015).

De acuerdo con los resultados de pH los valores se encuentran oscilando entre 7 a 8,4 lo que manifiesta que las aguas del sitio son del tipo alcalinas y están en el rango normal de acuerdo

con lo establecido en el TULSMA (Libro VI anexo 1 tabla 3), límite permisible del pH en aguas estearinas (5-9). El pH ayuda a que se cumplan las funciones biológicas de los mangles por lo que ciertas especies de mangle como el *Rhizophora mangle* pueden ser susceptibles a cambios bruscos, aun así, el pH ácido en el agua es considerado más perjudicial que un pH alcalino (Gonzalez, 2015). Sin embargo, esto puede cambiar por el crecimiento demográfico en las cuales el pH puede llegar a aumentar las concentraciones de alcalinidad fuera de los rangos establecidos, en consecuencia, del aumento de aguas domésticas y la falta de tratamientos dentro de la ciudad. Aunque en Colombia se demostró que las condiciones del pH no varían de una manera significativa en el agua ante una elevada cifra de contaminantes microbiológicos como las aguas residuales domésticas, dado que se manifestó que en el río Ciénaga Mallorquín existía contaminación por coliformes fecales pero las condiciones fisicoquímicas del agua permanecían normales, tal vez se debe al constante lavado de las mareas en zonas estuarinas (Garcés, Mary y Vivas, 2016).

El pH juega un papel importante en el crecimiento del manglar como lo indica Schnetter, (1986), en su investigación sobre pH levemente alcalino o básico, el cual demuestra que juega un importante papel en el desarrollo de *Auicennia germinans* (mangle negro), pero al contrario según Delgado (2015) también beneficia el crecimiento de microorganismos dado que el pH básico ejerce una fuerte influencia sobre la toxicidad de ciertos parámetros químicos que dan un olor desagradable.

Dado el origen de las descargas a la ribera en su mayoría de tipo residuales domésticas los valores de conductividad eléctrica no se pueden especificar si están fuera del límite permisible, debido a que en la reglamentación del TULSMA en Ecuador no especifica los rangos normales para este parámetro N/A (no aplica) en aguas residuales. Sin embargo, el autor Goyenola (2007) indica los valores aceptables de 50 a 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para aguas dulce acuíferas y salobres; si tomamos la referencia anterior tenemos que los valores obtenidos en la investigación están dentro del rango permisible. Entonces tenemos que la conductividad eléctrica en rangos normales no tiene efectos dañinos sobre el medio acuático al no ser que esté influenciado por otros factores externos como metales pesados, hidrocarburos, aceites

y grasas, etc. En este caso se aumentaría la dureza del agua y provocaría daños en las comunidades bióticas como peces, algas, macroinvertebrados (Ecofluidos Ingenieros, 2012) etc. También no se ha especificado si las aguas residuales domésticas cambian la conductividad del agua, sin embargo, según Suárez (2006) los compuestos orgánicos bajan la conductividad del agua al no ser capaces de disolverse en ella, al contrario, se descomponen en ella ocasionando bajas en el oxígeno disuelto (Escobar, 2002).

De acuerdo con los resultados de salinidad tenemos que los datos obtenidos 25,3- 25,6- 26,2 (PSU) muestran una salinidad dentro de los rangos permisibles, sin embargo, según Ing. Manuel (2015) cuya investigación realizada en el Manglar de estuario del río Chone demostró resultados de salinidad similares 26,0 – 25,0 (PSU) el cual considera que ya se puede interpretar como elevados. También especificó que el aumento de la salinidad puede deberse a las concentraciones elevadas de aguas servidas ya que éstas poseen cantidades significativas de sulfatos y nitratos. Por lo que a manera de observación se debió estudiar en esta investigación, para así poder asegurar estas pequeñas especificaciones sobre la calidad de agua, como en la investigación de Veintimilla (2015) realizada en el río de la parroquia Tachina el cuál demuestra resultados de nitritos y nitratos bajo condiciones normales.

Según la normativa vigente en Ecuador sobre la calidad de agua en descargas de afluentes estuario y mar, tenemos que los límites permisible para el oxígeno disuelto es  $> 5$  mg/l, lo que nos da a conocer que los datos obtenidos en los muestreos de la Zona 3 (4,89 mg/l) están próximos a este límite, cuya interpretación según el Ing Hernández (2017), demuestra que los niveles menores a 5 mg/l no están aptos para la salvaguardía de la flora y fauna en los manglares y estuarios.

No obstante esto contrarresta con la investigación de calidad de agua del Ing. Cupil (2015), el cuál defiende que es aceptable el valor de  $>4$  mg/l de oxígeno disuelto en aguas de manglares, ya que ésta se ve afectada por los factores ambientales propios del área, si bien este parámetro puede ser alterado por la cantidad de materia orgánica en el área. La cantidad normal de OD en el agua es de vital importancia porque el oxígeno está presente en casi todos los procesos metabólicos de los seres vivos (Hernández A. , 2017).

El alto contenido de amonio en el agua se puede presentar por varios factores como: vertidos de aguas residuales y también por el exceso de fertilizantes en las actividades agrícolas

cercanas a los cuerpos de agua (Parra y Blanco, 2018). Para este parámetro la normativa vigente en el Ecuador nos indica que el límite permisible es hasta 0,07 ug/l, por consiguiente el valor promedio derivado para el amonio tiene alta repercusión en la zona 3 ( 0,38 ug/l) dado que sobrepasa el valor estipulado normalmente. Estudios realizados por investigadores demuestran que el agua puede presentar contenidos de amonio pero ésta aún es apta para las funciones biológicas de las plantas dado que éstas usan el amonio en forma de amoniaco para funciones metabólicas Cid (2014). Sin embargo, el mayor problema para la calidad del agua en el manglar por amonio es que esté sometido tanto a descargas de aguas residuales, industriales y lixiviados de agricultura (Zaldívar, Herrera, Pérez y Teutli, 2012).

La investigación también se basó en la identificación de alteraciones en los parámetros evaluados, coliformes totales y coliformes fecales. Es por ello, por lo que se realizaron muestreos de agua para evaluar la calidad y afirmar que existe la contaminación dentro del manglar. De todo lo analizado sabemos que los coliformes fecales y totales sobrepasan el límite permisible gracias a las pruebas estadísticas realizadas lo que nos demuestra que existe la contaminación por aguas residuales en el lugar, así como en el estudio realizado por Bolívar (2017), el cuál demostró en su evaluación de calidad de agua que las zonas de rivera con desembocaduras son las más propensas a la contaminación dada a la exposición al ambiente al que están sometidos.

Además, de la presencia de los coliformes totales (tabla 6) que frente a este tipo de pH proliferan en el agua contaminándola, cabe recalcar que en los datos obtenidos de las encuestas la mayoría de las personas respondieron que actualmente se puede palpar la disminución de algunas especies en el manglar que antes eran extraídas como: las conchas, los cangrejos y los mejillones, entre otras especies (Baños, 2012).

La contaminación por coliformes totales y fecales en el agua se vuelve parte de los sedimentos y materia orgánica, y cuando esto sucede los niveles de DBO (Demanda biológica de oxígeno) se elevan, faltando los niveles de oxígeno en el agua lo que conlleva a que especies susceptibles a estos cambios disminuyan su población o mueran (Martinez, 2017).



## **CAPITULO V: CONCLUSIONES**

De acuerdo con las actividades realizadas dentro del manglar se pudo identificar especies observando y anotando una parte significativa de lo que concierne a una caracterización del área, y he llegado a la conclusión de que el ecosistema manglar de Esmeraldas aún posee y poseerá un potencial enorme en cuanto a biodiversidad de aves, árboles y otras especies.

Se identificó la presencia de coliformes totales, coliformes fecales, demostrando altas concentraciones en las muestras de agua, y podrían estar relacionadas a la falta de drenaje, limpieza por la corriente o mano de obra. Lo cual genera la acumulación de materia orgánica, depósito de fangos y malos olores.

De acuerdo, al objetivo 2 que consiste en evaluar los parámetros de calidad de agua nos lleva a la conclusión de que pH alcalino, conductividad, salinidad y temperatura se encuentran dentro de los parámetros normales en un rango aceptable.

Conforme a los resultados del oxígeno disuelto cuyo valor disminuyó solo en un área (Zona 3) nos demuestra las diferencias de esta zona con las demás por lo que se comprueba que es la más afectada por la contaminación orgánica de aguas residuales de origen doméstico.

## CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

- Implementar una planta de tratamiento de aguas residuales (anexo 1) que puede ayudar a aliviar no sólo el problema de calidad de agua en el área y la sobrecarga en los manglares, sino también a eliminar el estereotipo de que el manglar es sucio y un lugar desagradable.
- Es necesario levantar estudios en el Manglar de Esmeraldas sobre la pérdida de flora y fauna como consecuencia de las aguas residuales. Además, de que a simple vista se puede constatar que existe menos cantidad de mangle rojo siendo este tipo de especies de mangle el mayor purificador de aguas residuales dentro del manglar, por lo que es necesario realizar más investigaciones y buscar la causa de su disminución en el área.
- Realizar limpiezas periódicas del fango que se forma cerca de las casas de los pobladores de la rivera producto de la sedimentación de las aguas residuales, porque este es una de las principales fuentes de olor y vector de enfermedades a los pobladores.
- Implementar actividades relacionadas al ecoturismo debido a las características del manglar, además de realizar más campañas de información en escuelas, colegios, universidades de la importancia ecosistémica del manglar y las constantes amenazas a las que está expuesto a diario, ya sean las de contaminación por los desechos.
- La planta de tratamiento de aguas residuales que utiliza los lodos activados es una de las soluciones más viables para la recuperación del ecosistema manglar de Esmeraldas, dada la facilidad de eliminar los agentes microbiológicos patológicos que afectan a la calidad de agua del manglar, de esta manera estamos contribuyendo a impedir cualquier medio estresante que perturbe el equilibrio natural del manglar, a excepción de la tala indiscriminada que es otro punto a parte a tratar.

## CAPITULO VII: ANEXOS

### 7.2.1 Marco legal

#### CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

**Que, el artículo 406** de la Constitución de la República del Ecuador describe que el Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

**Art. 38.-** Objetivos. Las áreas naturales incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas cumplirán con los siguientes objetivos:

1. Conservar y usar de forma sostenible la biodiversidad a nivel de ecosistemas, especies y recursos genéticos y sus derivados, así como las funciones ecológicas y los servicios ambientales.
2. Proteger muestras representativas con valores singulares, complementarios y vulnerables de ecosistemas terrestres, insulares, dulceacuícolas, marinos y marino-costeros.
3. Proteger las especies de vida silvestre y variedades silvestres de especies cultivadas, así como fomentar su recuperación, con especial énfasis en las nativas, endémicas, amenazadas y migratorias

**Art. 103.-** Disposiciones sobre el ecosistema manglar. El ecosistema manglar es un bien del Estado, el mismo que está fuera del comercio, no es susceptible de posesión o cualquier otro medio de apropiación, y sobre él no puede adquirirse el dominio ni ningún otro derecho real por prescripción; y solamente podrá ser aprovechado sosteniblemente mediante concesión otorgada o renovada por el Ministerio rector del ámbito pesquero.

**Art. 104.-** Actividades permitidas en el ecosistema de manglar. Las actividades permitidas en el ecosistema de manglar, a partir de la vigencia de esta ley, serán las siguientes:

1. Control fitosanitario conforme lo establezca el plan de manejo u otros instrumentos de conservación y manejo de dichas áreas.
2. Fomento de la vida silvestre.
3. Turismo y actividades de recreación no destructivas del manglar.
4. Actividades tradicionales no destructivas del manglar, como manejo y uso de productos no maderables.

## **LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE**

**Art 1.-** Los manglares, aun aquellos existentes en propiedades particulares, se consideran bienes del Estado y están fuera del comercio, no son susceptibles de posesión o cualquier otro medio de apropiación y solamente podrán ser explotados mediante concesión otorgada, de conformidad con esta Ley y su reglamento.

**Art. 78.-** Quien pade, tale, descortece, destruya, altere, transforme, adquiera, transporte, comercialice o utilice los bosques de áreas de mangle, los productos forestales o de vida silvestre o productos forestales diferentes de la madera, provenientes de bosques de propiedad estatal o privada, o destruya, altere, etc. Sin el correspondiente contrato, licencia o autorización de aprovechamiento a que estuviera legalmente obligado, o que, teniéndolos, se exceda de lo autorizado, será sancionado con multas equivalentes al valor de uno a diez salarios mínimos vitales generales.

## **CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La

sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

### **LEY DE CONSERVACIÓN DEL MANGLAR**

Art 1.- Objetivo: Proteger, manejar, regular, restaurar y conservar el ecosistema manglar, su zona de transición y amortiguamiento y la biodiversidad que en él se desarrolla a través de mecanismos técnicos y administrativos en los cuales, junto con el Estado participarán las comunidades y organizaciones locales ancestrales del ecosistema manglar.

Art 6.- Es responsabilidad del Estado garantizar a todos los ciudadanos y las familias que viven en el ecosistema del manglar, el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable como una condición de la vida.

### **LEY DE RECURSOS HÍDRICOS DEL ECUADOR**

Art 36.- El Estado y sus instituciones en el ámbito de sus competencias son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica. En consecuencia, son los obligados a:

- a) Promover y garantizar el derecho humano al agua.
- b) Regular los usos, el aprovechamiento del agua y las acciones para preservarla en cantidad y calidad mediante un manejo sustentable a partir de normas técnicas y parámetros de calidad.

- c) Conservar y manejar sustentablemente los ecosistemas marino-costeros, alto andinos y amazónicos, en especial páramos, humedales y todos los ecosistemas que almacenan agua.
- d) Promover y fortalecer la participación en la gestión del agua de las organizaciones de usuarios, consumidores de los sistemas públicos y comunitarios del agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica y del Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua.
- e) Recuperar y promover los saberes ancestrales, la investigación y el conocimiento científico del ciclo hidrológico.

# FICHA DE OBSERVACIÓN MANGLARES ESTUARIO DEL RÍO ESMERALDAS

Año:

Lugar: Rivera del río Esmeraldas

<b>Datos del Observador</b>
Nombres y Apellidos:
Institución:
Matrícula:

Fecha:

Número de Visita:

Estación 1

Estación 2

Estación 3

Hora de inicio:

Hora de inicio:

Hora de inicio:

Especies Encontradas

--

Especies Encontradas

--

Especies Encontradas

--

OBSERVACIONES:


### 7.3.1 Resultados de encuestas realizadas

Se realizaron 75 encuestas a los habitantes cercanos a las zonas de muestreo.

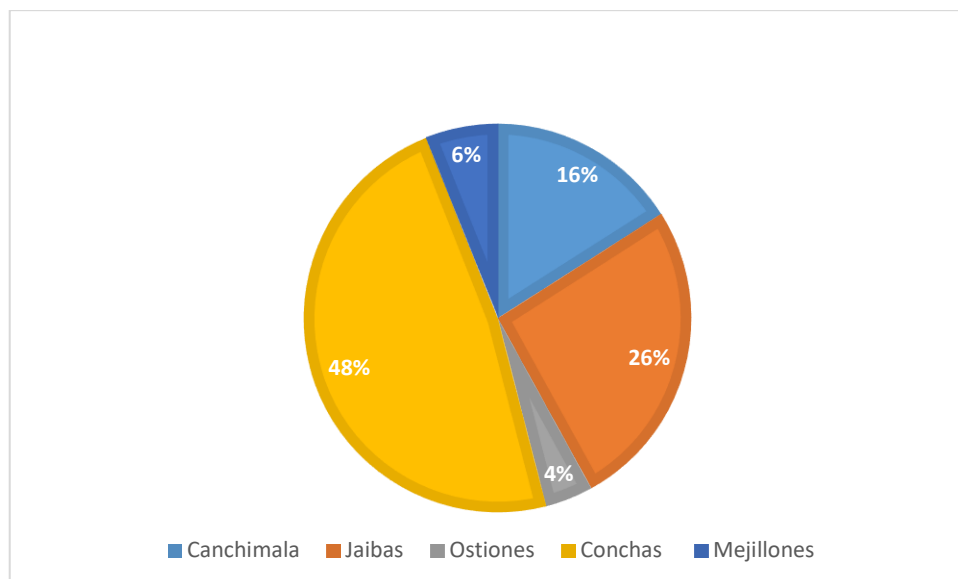
#### 1.- Mencione 3 especies en general que usted puede obtener del manglar de Esmeraldas

- Cangrejo de barro
- Conchilla
- Róbalo
- Canchimala
- Camarón de río
- Jaibas

#### 2.- Cree usted que exista relación entre una posible disminución de las especies que mencionó anteriormente con la contaminación por aguas residuales? ¿Por qué?

Si	85%
No	15%

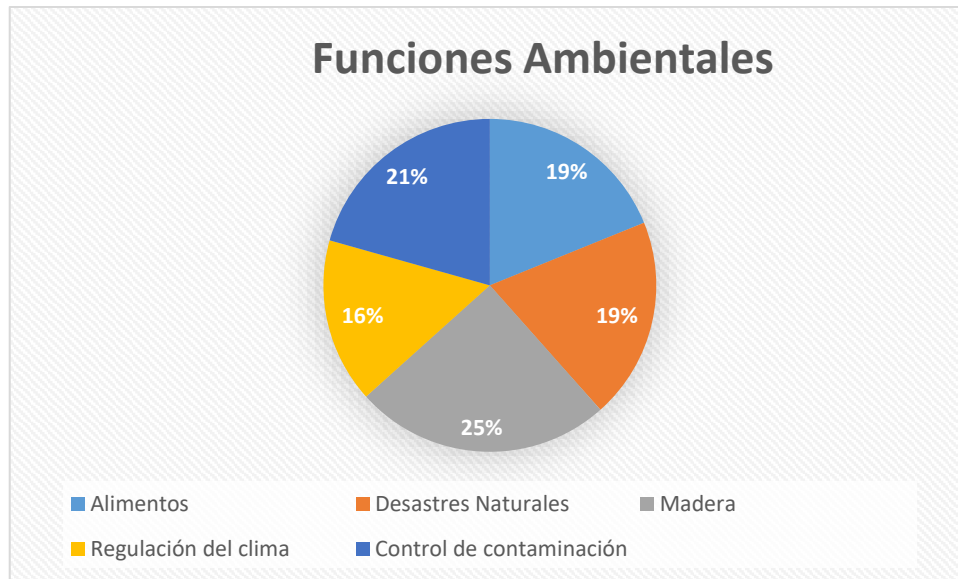
#### 3.- Según lo respondido anteriormente, a continuación, detalle un ejemplo de alguna especie en particular



**Cree usted que el manglar de Esmeraldas es un lugar propicio para realizar actividades turísticas.**

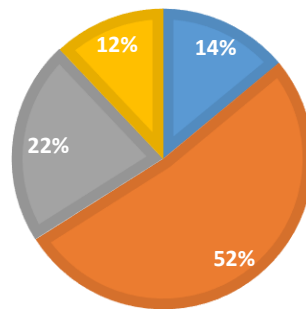
<b>Si</b>	80%
<b>No</b>	20%

**De las siguientes opciones cuales cree que son parte de las funciones ambientales del Refugio de vida silvestre Manglares estuario del río Esmeraldas.**



**Según su opinión, ¿qué medidas serían convenientes para disminuir la contaminación en el manglar de Esmeraldas?**

## MEDIDAS PARA LA CONTAMINACIÓN



- Control de desechos sólidos
- Tratar aguas residuales
- Controlar vertidos de combustible
- Más guardias y Señaléticas

## Anexos:

### Vista de Aves del Manglar



Garza Real



Pelícano Pardo



Fragata Magnifica



Algunas especies de peces extraídas del manglar



Recorridos realizados en el manglar

Encuestas:



## Referencias

- Balvanera, P., & Cotler, H. (2009). *Estados y tendencias de los servicios ecosistémicos*. Recuperado el 2017, de [http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II04\\_EdoTendenciasServiciosEcosistemicos.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II04_EdoTendenciasServiciosEcosistemicos.pdf)
- Baños, L. (2012). *Distribución y concentración de coliformes Totales, Coliformes Fecales y Enterococos en agua y sedimento en el estero salado*. Recuperado el 2017, de Universidad de Guayaquil, obtencion de título de Magister en ciencias, Facultad de ciencias Naturales, en línea: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/810/1/Distribución%20y%20concentración%20de%20coliformes%20totales%2c%20colifromes%20fecales%20Echerichia%20coli..%20Parte%201.pdf>
- Basáñez, A., Olmedo, G., & Rojas, P. (Agosto de 2006). *Características estructurales y usos del manglar Ejido Cerro de Tumilco*. Obtenido de Blioline, Revista UDO Agrícola: <http://www.blioline.org.br/pdf?cg06015>
- Biodiversitas. (febrero de 2009). *Comisión nacional para el conocimiento de la biodiversidad Manglares*. Obtenido de <https://issuu.com/octavioaburto/docs/manglares>
- Blazquez, P., & Montero, C. (Octubre de 2010). *Reutilización del agua en Bahía Blanca*. Obtenido de Universidad Tecnológica Nacional, Colombia, Carrera de Ingeniería ambiental: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/agua\\_reutilizacion.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/agua_reutilizacion.pdf)
- Bolívar, G. (Diciembre de 2017). *Cuantificación de Coliformes totales en el estuario del río Ranchería*. Obtenido de Biotecnología del sector Agropecuario y agroindustrial, Revista Scielo,: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe2/1692-3561-bsaa-15-spe2-00023.pdf>
- Bravo, E. (2017). *Acción Ecológica*. Obtenido de <http://www.edualter.org/material/sobirania/enlace7.pdf>
- Camacho, J. (2007). *Diferencias significativas entre tratamientos*. Recuperado el Octubre de 2017, de UNA, posgrado en ciencias veterinarias, ISSN 0001-6002, (en línea): <http://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v49n2/3451.pdf>
- Castro, C. (2017). *Coliformes Totales*. Recuperado el Septiembre de 2017, de Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ing en auditoría y control de gestión del medio ambiente: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6154/2/Coliformes%20totales%20Celia%20CAstro.pdf>
- Christensen, B. (2014). *Los manglares ¿para que sirven?* Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/q1093s/q1093s01.htm>
- Cid, A. (Septiembre de 2014). *Estudio de viabilidad de un proceso de eliminación de amoniomediante electrooxidación en la EDAR Valle del Vinalopó*. Obtenido de Escuela

Politecnica superior, Proyecto Máster en Gestión Sostenible en Tecnologías del Agua, en línea: <https://iuaca.ua.es/es/master-agua/documentos/-gestadm/trabajos-fin-de-master/tfm08/tfm08-angel-cid-amor.pdf>

- Comercio, D. e. (2018). *Barrios de la Rivera se organizan para realizar minga*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/manduriacu-descargas-sedimentos-esmeraldas-asamblea.html>
- Cupil, A. (Marzo de 2015). *Calidad del agua mediante el análisis fisicoquímico, demanda bioquímica y química de oxígeno en los humedales de Tumilco*. Obtenido de Universidad Veracruzana, Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias, tesis de grado: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/42334/CupilDiazAlan.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0zzAcHWcvPxxOsIS-ko8xOJS2pekTDBsPyb6z4asp1fEJPXNa-EsjSjxs>
- Delgado, J. (2015). *Fuentes de contaminación y calidad de agua en un tramo del estuario del río Chone, de Bahía de Caráquez*. Obtenido de Universidad de Guayaquil, tesis de grado, Facultad de ciencias naturales : <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11697/1/TESIS%20Johnny%20Delgado%20M.%20%2821-07-16%29.pdf>
- Ecofluidos Ingenieros. (enero de 2012). *Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para el consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurimac Cusco*. Obtenido de Organización panamericana de la salud : <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>
- Escobar, J. (diciembre de 2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en áreas costeras y el mar*. Obtenido de Cepal, División de recursos naturales e infraestructura: <https://archivo.cepal.org/pdfs/Watguide/LCL1799S.PDF>
- Escobar, j. (Diciembre de 2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. Obtenido de NU. CEPAL. División de Recursos Naturales e Infraestructura, ISSN 16809017, en línea: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6411/1/S0210820\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6411/1/S0210820_es.pdf)
- FAO. (Junio de 2004). *Directrices para la organización de manglares*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ap428s/ap428s00.pdf>
- Ferrer, G., Roca, F., & Gual, M. (Febrero de 2012). *Servicios ecosistémicos: ¿una herramienta útil para la protección o para la mercantilización de la naturaleza*. Obtenido de <http://webs.ucm.es/info/ec/jec13/Ponencias/economia%20ecologica%20y%20medio%20ambiente/SERVICIOS%20ECOSISTEMICOS.pdf>
- GADPE. (2009). *Plan de desarrollo provincial de Esmeraldas*. Obtenido de [http://prefecturadeesmeraldas.gob.ec/transparencia/plan\\_de\\_desarrollo\\_provincial\\_de\\_esmeraldas.pdf](http://prefecturadeesmeraldas.gob.ec/transparencia/plan_de_desarrollo_provincial_de_esmeraldas.pdf)
- Garcés, O., Mary, R., & Vivas, L. (junio de 2016). *Evaluación de la calidad ambiental de los manglares de la Ciénaga Mallorquí*. Obtenido de Convenio CRA-INVEMAR No. 027 de

2015. Informe técnico final. Santa Marta. 32 p:  
[https://www.researchgate.net/publication/313243549\\_EVALUACION\\_DE\\_LA\\_CALIDAD\\_AMBIENTAL\\_DE\\_LOS\\_MANGLARES\\_DE\\_LA\\_CIENAGA\\_MALLORQUIN\\_DEPARTAMENTO\\_DEL\\_ATLANTICO](https://www.researchgate.net/publication/313243549_EVALUACION_DE_LA_CALIDAD_AMBIENTAL_DE_LOS_MANGLARES_DE_LA_CIENAGA_MALLORQUIN_DEPARTAMENTO_DEL_ATLANTICO)
- García, E., & López, P. (2016). *Aguas Residuales composición*. Obtenido de [http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)
- Gaxiola, J. D. (2011). *UNA REVISIÓN SOBRE LOS MANGLARES: CARACTERÍSTICAS, PROBLEMÁTICAS Y SU MARCO JURÍDICO*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa>
- Gaxiola, J. D. (2011). *Una revisión de los manglares: características, problemáticas, y su marco jurídico*. Obtenido de <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=46121063005>
- Gette, N. (mayo de 2009). *Importancia de los manglares*. Obtenido de Ecoportal:  
[http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Biodiversidad/la\\_importancia\\_de\\_los\\_manglares](http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Biodiversidad/la_importancia_de_los_manglares)
- Gonzalez, C. (2015). *Composición, abundancia de las larvas juveniles de peces asociadas a las raíces de mangles en el estuario de la comuna Palmar*. Obtenido de Universidad de Santa Elena, Tesis de grado para obtención de título de biólogo marino, en línea:  
<http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2151/1/UPSE-TBM-2015-022.pdf>
- Goyenola, G. (Junio de 2007). *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras - Conductividad*. Obtenido de Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos:  
[http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf)
- Guerrero, M. (2014). *Estudio del impacto ambiental y plan de manejo ambiental de la planta de tratamiento de aguas servidas de la junta administradora de agua potable y alcantarillado de la parroquia quinchicoto*. Obtenido de Universidad técnica de Ambato, Obtención del grado académico en Magister Agroeconomía y ambiente:  
<http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7695/1/tesis-030%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20261.pdf>
- Hach, M. d. (2000 йил En línea). *Manual de análisis de agua*. From Procedimientos seleccionados del manual de Hach sobre análisis del agua, tercera edición.
- Herbas, R., Rivero, F., & González, A. (31 de Octubre de 2006). *Indicadores biológicos de calidad de agua*. Obtenido de Universidad mayor de san Simón, Maestría en Ind Ambiental, en línea:  
[https://www.academia.edu/30048592/INDICADORES\\_BIOLOGICOS\\_DE\\_CALIDAD\\_DEL\\_A\\_GUA](https://www.academia.edu/30048592/INDICADORES_BIOLOGICOS_DE_CALIDAD_DEL_A_GUA)
- Hernández, A. (2017). *Evaluación de la contaminación Físico-Química y microbiológica de aguas del Estero Salado, Puente de Gomez Rendón*. Obtenido de Universidad de Guayaquil, Facultad de ciencias Químicas, Tesis de grado, en línea:

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23015/1/BCIEQ-T-0227%20Hern%C3%A1ndez%20Gavilanes%20Alberto%20Lenin.pdf?fbclid=IwAR0xj4RjcP8mgmEvu1tb7jwhskNiyH\\_L\\_tVJY28YRM3wdoFFX9RJxXZYsQs](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23015/1/BCIEQ-T-0227%20Hern%C3%A1ndez%20Gavilanes%20Alberto%20Lenin.pdf?fbclid=IwAR0xj4RjcP8mgmEvu1tb7jwhskNiyH_L_tVJY28YRM3wdoFFX9RJxXZYsQs)

Hernandez, F. (23 de Enero de 2017). *Guía de la especie de mangle rojo (rizophora mangle) para su reproducción en viveros*. Obtenido de Tlacotalpan Veracruz, México:  
[http://pronaturaveracruz.org/ecoforestal/galerias/documentos/reproduccion\\_mangle\\_rojo.pdf](http://pronaturaveracruz.org/ecoforestal/galerias/documentos/reproduccion_mangle_rojo.pdf)

Hernandez, L., Molina, D., & Agraz, C. (Julio de 2017). *Servicios ecosistémicos y estrategias de conservación en el Manglar de Isla Arena*. Obtenido de Revista Scielo, Agricultura, sociedad y desarrollo, Volomen 14.: <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v14n3/1870-5472-asd-14-03-00427-en.pdf>

Hernández, M. (Octubre de 2017). *Las bacterias metanotróficas y desnitrificantes en humedales de agua dulce en México: sus implicaciones en los servicios ambientales*. Obtenido de Universidad nacional Autónoma de México, Revista Researchgate; Microbiología ambiental en México, ISBN: 978-607-02-9617-8, Ed 1, en línea, :  
[https://www.researchgate.net/profile/Kadiya\\_Calderon/publication/322370039\\_UNAM\\_Libro\\_Microbiologia\\_final\\_con\\_ISBN/links/5a568a5c45851547b1bf1fb5/UNAM-Libro-Microbiologia-final-con-ISBN.pdf#page=81](https://www.researchgate.net/profile/Kadiya_Calderon/publication/322370039_UNAM_Libro_Microbiologia_final_con_ISBN/links/5a568a5c45851547b1bf1fb5/UNAM-Libro-Microbiologia-final-con-ISBN.pdf#page=81)

Herzig, M. (7 de Agosto de 2009). *Los manglares y sus servicios ambientales*. Obtenido de [http://www.inecc.gob.mx/descargas/con\\_eco/2009\\_sem\\_ser\\_amb\\_pres\\_11\\_mherzig.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/con_eco/2009_sem_ser_amb_pres_11_mherzig.pdf)

Incoder. (2014). *Bosque manglar un ecosistema que debemos cuidar*. Obtenido de <http://observatorioirsb.org/web/wp-content/uploads/2015/11/bosque-de-manglar-un-ecosistema-que-debemos-cuidar.pdf>

Instituto Ecuatoriano Forestal. (Diciembre de 2008). *Plan de manejo REMACAM*. Recuperado el 2017, de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/242256/03+PLAN+DE+MANEJO+CAYAPA+S+MATAJE.pdf/300e86f9-31ef-492a-8b3f-da397583949c>

MAE. (25 de Octubre de 2010). *Evaluación definitiva de reforestación de manglar en el refugio de vida silvestre de manglar "estuario del río Esmeraldas" en cumplimiento a la resolución 214*. Obtenido de <http://simce.ambiente.gob.ec/sites/default/files/documentos/Abel%20Olaya/Informe%20evaluacion%20definifiva%20reforestacion%20de%20manglar%20%20en%20el%20refugio..pdf>

MAE. (2015). *MAE realizó minga de limpieza en Refugio de Vida Silvestre del Estuario río Esmeraldas*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/mae-realizo-minga-de-limpieza-en-refugio-de-vida-silvestre-del-estuario-rio-esmeraldas/>

Manuel, D. (2015). *Fuentes de contaminación y calidad de agua en un tramo del estuario del río Chone, Bahía de Caráquez*. Obtenido de Universidad de guayaquil, Maestría en manejo sustentable de biorrecursos y medio ambiente, en línea:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11697/1/TESIS%20Johnny%20Delgado%20>

M.%20%2821-07-16%29.pdf?fbclid=IwAR3iqkEZ1rjRK3Q3kV6XEgotgbHD5m\_mzG7K0aX9S6P1XZOxOxWtiHVBRPM

Marcelo, G. (2014). *Estudio del impacto ambiental y plan de manejo ambiental de la planta de tratamiento de aguas servidas de la junta administradora de agua potable y alcantarillado de la parroquia quinchicoto*. Obtenido de Universidad técnica de Ambato, Obtención del grado académico en Magister Agroeconomía y ambiente:  
<http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7695/1/tesis-030%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20261.pdf>

Martínez, Á. P. (enero-junio de 2014). *Aporte de hojarasca del mangle negro en el Caribe Colombiano*. Obtenido de Luna Azul, ISSN 1909-2474, en línea, 38: 218-230.:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n38/n38a13.pdf>

Martinez, J. (2017). *Estudio de calidad de aguas superficiales del río San Pedro*. Obtenido de Programa de Investigaciones Biológicas:  
<http://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista17/Articulo%205.pdf>

Mejía, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías adecuadas para su percepción*. Obtenido de en línea :  
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0602e/A0602e.pdf>

MENDOZA, J. (s.f.).

Mendoza, J. (2017). *Análisis parcial de la diversidad de aves asociadas al manglar la Boca (Manabí - Ecuador), Realizado durante la época seca del año 2015*. Obtenido de Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Maestría en Ciencias Naturales: Manejo Sustentable de Biorrecursos y medio ambiente.:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/25304/1/TESIS%20Blgo.%20Jose%20Luis%20Mendoza..pdf>

Menendez, T. (jueves de Noviembre de 2014). *Descargas de aguas residuales contaminan ríos en Esmeraldas*. Obtenido de <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/nacional/87843-descargas-aguas-residuales-contaminan-rios-esmeraldas>

Ministerio de economía y desarrollo México. (Febrero de 2011). *Valoración económica de los servicios ecosistémicos*. Obtenido de Medio ambiente y cambio climático:  
[http://www.biomarcc.org/download\\_PDF/FS\\_ValoracionSE\\_sp.pdf](http://www.biomarcc.org/download_PDF/FS_ValoracionSE_sp.pdf)

MINISTERIO DEL AMBIENTE ECUADOR. (2015). *Sistema nacional de áreas protegidas del Ecuador*. Obtenido de Refugio de vida silvestre Manglares estuario del río Esmeraldas:  
<http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/refugio-de-vida-silvestre-manglar-del-estuario-de-r%C3%ADo-esmeraldas>

Ministerio del Ambiente Esmeraldas. (2015). *Plan de manejo ambiental Manglares estuario del río Esmeraldas*. Esmeraldas: Mae.

- Moléna, J., & Grünberger, O. (2017). *Preservación y control de la calidad de agua*. Obtenido de <http://www.agropolis.org/es/pdf/dossier-agua/preservacion-calidad-agua.pdf>
- Moreno, P. (2017). *Humedales Costeros*. Obtenido de <http://proyectos.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/Publicaciones/VOLI/SECCIONII/HumedalesCosteros.pdf>
- Municipio de Atacames. (2016). *Repotenciación del sistema del sistema de agua Potable para la ciudad de Atacames*. Atacames: Mas Industria- Ing del Agua.
- País, G. d. (Enero de 2005). *Importancia económica ambiental del ecosistema manglar*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425541308005>
- Parra, J., & Blanco, Á. (Noviembre de 2018). *Actualización de la línea base ambiental de flora y fauna del Parque Regional Old Point: Calidad de aguas y sedimentos*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, Proyecto de investigación, en línea : [http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6ad1e2f2-2c8a-4b0e-bc48-367e433e3484/An%C3%A1lisis%20de%20la%20calidad%20de%20aguas%20y%20sedimentos%20en%20el%20parque%20regional%20Old%20Point?ticket=TICKET\\_215dc1531a10a39f8baed032ae5e8569c](http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6ad1e2f2-2c8a-4b0e-bc48-367e433e3484/An%C3%A1lisis%20de%20la%20calidad%20de%20aguas%20y%20sedimentos%20en%20el%20parque%20regional%20Old%20Point?ticket=TICKET_215dc1531a10a39f8baed032ae5e8569c)
- Pernia, B., Mero, M., Cornejo, J., Ramirez, N., Ramirez, L., Bravo, K., . . . Zambrano, J. (junio de 2018). *Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores del estero salado, Ecuador*. Obtenido de Universidad de Guayaquil, facultad de ciencias naturales, Proyecto de investigación, ISSN: 1390-65427, en línea: <file:///C:/Users/URKK/Downloads/246-Article%20Text-1079-1-10-20180618.pdf>
- PNUMA. (2012). *Manejo integrado de las zonas costeras y gestión sostenible de los manglares de Guatemala, Honduras y Nicaragua*. Obtenido de <http://www.pnuma.org/manglares/importancia.php>
- Pulido, M. d., Navia, S. L., Torres, S. M., & Prieto, A. C. (Diciembre de 2005). *Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua*. Obtenido de Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Facultad de Ciencias de la Salud: [http://www.unicolmayor.edu.co/invest\\_nova/NOVA/ARTREVIS2\\_4.pdf](http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf)
- Raffo, E., & Ruiz, E. (junio de 2014). *Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno*. Obtenido de Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Industrial Data, vol. 17, núm. 1, enero-junio, 2014, pp. 71-80: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>
- Ramos, A. (2015). *Análisis de la condición del agua en el estuario y río Atacames a través de la identificación y cuantificación de huevos de helmintos*. Obtenido de Ecuador: <http://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/353/1/RAMOS%20CAICEDO%20ANDRES.pdf>

- Reese, R. D. (2016). *Restauración Ecológica de los manglares en la Costa del Ecuador*. Obtenido de [http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C12/FOC5/C677/9324/2525/COA8/D218/7C8F/Reese\\_Ronald.pdf](http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C12/FOC5/C677/9324/2525/COA8/D218/7C8F/Reese_Ronald.pdf)
- Reynolds, K. A. (Septiembre de 2002). *Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica Identificación del Problema*. Obtenido de <http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/delalavesepoct02.pdf>
- Schnetter, L. (1986). *La influencia del pH y de la salinidad en el crecimiento de Avicennia Germinans en cultivohidroponico*. Obtenido de bdigital, Revista Caldasia, Volumen 15: <http://www.bdigital.unal.edu.co/34838/1/35056-136834-1-PB.pdf>
- Segovia, N. (Agosto de 2018). *Creación de una guía de interpretación ambiental de aves del Refugio de vida silvestre Manglares Estuario del río Esmeraldas*. Obtenido de Pontificia Universidad católica del Ecuador sede Esmeraldas; Escuela de Gestión Ambiental, Tesis de grado.: <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1653/1/SEGOVIA%20RAM%20C3%8DREZ%20NATHALY%20YELITZA.pdf>
- Senagua. (2012). *Diagnostico de las estadísticas del agua en Ecuador*. From <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20Ilic%202012-2.pdf>
- Silva, V., Castro, G., & Mora, I. G. (mayo de 2006). *Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad de Agua*. Obtenido de <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n60ne/Bio-agua.pdf>
- Simce. (2015). *Diseño de un programa de monitoreo de la descarga de aguas residuales*. Obtenido de Informe final sobre descargas de aguas residuales Ecuador: <http://simce.ambiente.gob.ec/sites/default/files/documentos/belen/Informe%20Final%20Descargas%20aguas%20residuales.pdf>
- Simce. (2015). *Diseño de un programa de monitoreo de la descarga de aguas residuales aguas residuales*. Obtenido de Informe final sobre descargas de aguas residuales Ecuador: <http://simce.ambiente.gob.ec/sites/default/files/documentos/belen/Informe%20Final%20Descargas%20aguas%20residuales.pdf>
- Suárez, D. (julio de 2006). *Conductividad eléctrica por el método electrométrico en aguas*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Informe, en línea: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Conductividad+El%C3%A9ctrica.pdf/f25e2275-39b2-4381-8a35-97c23d7e8af4>
- Veintimilla, M. (2015). *Caracterización de las aguas residuales domésticas generadas en la parroquia Tachina de la ciudad de Esmeraldas*. Obtenido de Universidad Católica del Ecuador sede Esmeraldas, Escuela de gestión ambiental, tesis de grado, en línea: <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/433/1/VEINTIMILLA%20ACOSTA%20MARIA%20VANESSA.pdf>

Zaldívar, A., Herrera, J., Pérez, R., & Teutli, C. (Diciembre de 2012). *Evaluación del uso de los humedales de manglar como biofiltro de efluentes de camaroneras en Yucatán, México*. Obtenido de Revista de Biología Marina y Oceanografía, Vol. 47, N°3: 395-405,ISSN 0718-1957, en línea: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-19572012000300003&script=sci\\_arttext&tIng=e](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-19572012000300003&script=sci_arttext&tIng=e)

