



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 11. N° 33
Diciembre 2018
www.eumed.net/rev/delos/33/index.html

INFLUENCIA DEL ECOSISTEMA MANGLAR COMO BIOPURIFICADOR CIUDAD DE GUAYAQUIL.

María José Angulo Granados¹
majoangra@gmail.com

Marianela Barona Obando²
mbarona_obando@hotmail.com

Gabriela Andrade Dicao³
gandrade@uagraria.edu.ec

Diego Muñoz Naranjo⁴
dmunoz@uagraria.edu.ec

Ecuador

CONTENIDO

Resumen	3
Abstract	3
1. Introducción	5
2. Revisión teórica	5
2.1 Ecosistema manglar	5
2.2 La Reserva de Producción de Fauna Manglares del Salado (RPFMS)	6
2.2.1 Fauna presente en la RPFMS	6
2.2.2 Flora existente en la RPFMS	6
2.3 Interacción de la Comunidad con la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado	7
2.3.1 Influencia de las viviendas al área de estudio.	7
2.3.2 Estero Salado	7
2.4 Parámetros	7
2.4.1 Calidad de Agua.	7
2.4.2 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	9
2.4.3 Demanda Química de Oxígeno (DQO)	9
2.4.4 Oxígeno Disuelto (OD)	9

¹ Ingeniera Ambiental. Universidad Agraria del Ecuador.

² Bióloga, Magister en Manejo de Recursos Naturales Renovables (Ecuador), Consultor independiente, Docente Universidad Ecotec a tiempo parcial.

³ Ingeniera química, Magister en Cambio Climático (Ecuador), Docente Universidad Agraria del Ecuador.

⁴ Ingeniero químico, Magister en Gerencia Educativa (Ecuador), Magister en Manejo Sustentable De Biorecursos y Medio Ambiente (Ecuador), Docente titular Universidad Agraria del Ecuador.

2.4.5	Sólidos Totales Disueltos (STD).....	10
2.4.6	Sólidos Totales Suspendidos (STS).....	10
2.4.7	Potencial de Hidrógeno (pH)	10
2.4.8	Temperatura (°T)	10
2.4.9	Material Flotante	10
2.4.10	Turbidez	10
3.	Materiales y métodos	12
4.	Resultados	13
4.1	Puntos de Muestreo.....	13
4.2	Comparación de los parámetros con los puntos de muestreo.	14
4.2.1	Oxígeno Disuelto (OD)	14
4.2.2	Ph.....	15
4.2.3	Turbidez	15
4.2.4	Sólidos Totales Disueltos (STD).....	16
4.2.5	Sólidos Totales Suspendidos	16
4.2.6	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).....	17
4.2.7	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	17
4.2.8	Temperatura	17
4.3	Análisis Estadístico	18
5.	Discusión.....	20
5.	Conclusiones.....	20
6.	Recomendaciones	21
	Lista de acrónimos	21
	Referencias	21

RESUMEN

La Reserva Manglares El Salado, por su cercanía a la comunidad, deja abierta la interrogante de cuáles podrían ser los efectos que surgen de esta interacción y si el ecosistema influye en la purificación de las aguas contaminadas provenientes de los asentamientos humanos. Por lo cual, esta investigación tuvo como objetivo determinar mediante la comparación de resultados muestreados en diferentes puntos del Estero Salado a partir del Km 24 al 26 de la Vía Perimetral en la Ciudad de Guayaquil si el ecosistema manglar tiene una función como purificador, para disminuir las sustancias contaminantes presentes. El estudio realizado se basó en los resultados de los parámetros siguientes: oxígeno disuelto, turbidez, temperatura, pH, sólidos totales suspendidos, demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos totales disueltos, y material flotante para comprobar si el ecosistema manglar funciona como purificador. Se realizó una secuencia de toma de muestras complejas de aguas superficiales. Dentro de los resultados se obtuvo datos no concluyentes para los parámetros demanda biológica de oxígeno y demanda química de oxígeno, por lo que fueron suspendidos luego de dos muestreos. Los parámetros restantes llevan a la conclusión de que el ecosistema manglar tiene influencia en la disminución de turbidez en un 99,74 % y los sólidos totales suspendidos con un 99,32%, los cuales indican que existen materiales ajenos al medio que alteran su condición natural.

Palabra clave: Ciudades - Desarrollo – Parámetro - Recursos - Vegetal.

ABSTRACT

The Salado Mangrove Reserve, due to its proximity to the community, leaves open the question of what might be the effects that arise from this interaction and if the ecosystem influences the purification of contaminated waters from human settlements. This research aimed to determine by comparing results sampled at different points of the Estero Salado from Km 24 to 26 of the Vía Perimetral, Guayaquil if the mangrove ecosystem has a function as a purifier, to reduce the contaminating substances present. The water analysis, was based on examining the results of the following parameters: dissolved oxygen, turbidity, temperature, pH, total suspended solids, biochemical oxygen demand, chemical oxygen, total dissolved solids and floating material demand to verify that the mangrove ecosystem functions as a purifier. The analysis conducted through a sequence of complex of water samples. Obtained non-conclusive data for the biological oxygen demand and chemical oxygen demand parameters. The remaining parameters lead to the conclusion that the mangrove ecosystem has an influence on the decrease of turbidity in 99.74% and the total suspended solids with 99.32%, which indicate that there are non-environmental materials that alter their natural condition.

Tags: Cities - Development – Parameter - Resources - vegetal.

1. INTRODUCCIÓN

Los Ecosistemas de Manglar alrededor del mundo se ven afectados por una gran cantidad de impactos que surgen por las actividades antropológicas de manera que a nivel mundial se ha optado por delimitar estos espacios en las denominadas reservas naturales con el fin de precautelar la vida de las especies del lugar.

Se conoce que la primera reserva natural creada en el mundo fue el Parque Nacional de Yellowstone en Estados Unidos en 1872, seguida de la Reserva Natural de Sídney en 1879 y la Reserva Nahuel Huapi en Argentina en 1922. Se puede decir que la primera reserva natural en el Ecuador es la reserva Parque Natural Galápagos delimitada en el año 1959, seguida en poco tiempo por otras hasta alcanzar las 51 que posee el Ecuador en este momento y que representan aproximadamente el 20% del territorio nacional.

Durante el desarrollo del Proyecto Manglares como parte del Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) denota que muchas especies marinas, casi el 80%, sobreviven a partir del ecosistema de manglar. (PNUMA. 2012). La Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado fue creada en el año 2002, luego sus límites fueron expandidos en el año 2007 de manera que comprende ahora 10.635,12 ha, las cuales incluyen tres esteros y un bosque de manglar.

Entre los beneficios que se producen por la conservación del manglar es que cumplen con una función de protección de costas contra la erosión, tormentas, pero podrían funcionar como purificadores de agua. (Lluch, 2015), esta es la razón principal por que es importante contribuir a la conservación de estos ecosistemas.

La Reserva encierra en un área extensa donde encontramos principalmente el mangle negro, el cual podría cumplir la función de purificador dentro de un ecosistema manglar, por este motivo la presente investigación de carácter experimental, persigue el encontrar relaciones en la calidad del agua en diferentes tramos, antes y después de la RPFMS, para corroborar con datos que el ecosistema manglar de la reserva desarrolla con normalidad la función de biopurificador. Esto se desarrollara mediante un análisis de agua en determinados puntos de muestreo en el tramo 24 – 26 Km de la Vía Perimetral, se establecerá la diferencia de los resultados obtenidos, tomando en cuenta la entrada y la salida del agua y las mareas.

2. REVISIÓN TEÓRICA

2.1 Ecosistema manglar

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): “Los manglares son bosques pantanosos que viven donde se mezcla el agua dulce del río con la salada del mar”. (PNUMA, 2012). Entre los valores ambientales de este ecosistema esta la protección de costas, purificación de aguas, abastecimiento de plancton, lugar de anidación de la mayoría de especies acuáticas las cuales en estado juvenil emigran a poblar los estuarios, mares y océanos

además de que son los ecosistemas naturales de mayor productividad, y funcionan como “pulmones” al capturar carbono, son usados para la recreación en forma de turismo o deportes acuáticos y son aprovechados de manera sustentable por los comuneros como su principal fuente de trabajo del cual obtienen cangrejos, conchas, ostiones, mejillones, peces, y jaibas.

2.2 La Reserva de Producción de Fauna Manglares del Salado (RPFMS)

La Reserva de Producción de Fauna Manglares del Salado fue creada en el año 2002, es parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, se encuentra ubicada al noroeste del estuario del Golfo de Guayaquil y al suroeste de la ciudad de Guayaquil. En el año 2007 se reestablecieron los límites de la reserva incluyendo los Manglares de Puerto de Hondo dando como resultado final 10.635,12 hectáreas, las cuales incluyen además del manglar otras áreas como salitrales, pequeños remanentes de bosque seco y esteros llamados Mongón, Plano Seco y Salado. Algunos estudios incluyen dentro de la reserva algunas camaroneras y centrales termoeléctricas.

2.2.1 Fauna presente en la RPFMS

Los manglares son ecosistemas que cuentan con una gran variedad de animales de los cuales se puede mencionar: garza blanca, gavián manglero, cocodrilo, sapo, lagartija, iguana verde, boa común y equis, otros como cangrejo, caracoles, lapas, ostras, mejillones, etc.

2.2.2 Flora existente en la RPFMS

En la RPFMS se encuentran cuatro especies de manglar, como vegetación tipo dominante el cual cubre el 75,4% de la superficie total de la Reserva y son manglar rojo, manglar negro, manglar blanco, manglar jelí o botoncillo, se observan otras especies en los remanentes de bosque seco como amarillo, bálsamo nativo, beldaco, caña guadua nativa, pigio, zapote de perro, ciruelo, algarrobo, etc.



Figura 1. Delimitación de la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado.

Fuente: Plan de Manejo de la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado

2.3 Interacción de la Comunidad con la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado.

Cerca de la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado (RPFMS) se encuentran asentamientos humanos de alta densidad, camaroneras además de clubes deportivos en el cual se desarrollan actividades turísticas, escuelas, colegios, centrales eléctricas y petroleras, otro punto importante es la vía Perimetral en la cual abunda la circulación vehicular (buses, livianos, entre otros) y transeúntes que viven en zonas cercanas y arrojan desechos en algunos tramos de la vía Perimetral que colinda con la RPFMS.

2.3.1 Influencia de las viviendas al área de estudio.

La creación y protección de espacios verdes es el mantenimiento de la diversidad biológica, y de la diversidad cultural asociada con ellos. Según los últimos censos se cree que en zonas cercanas al viven 8562 familias, las cuales viven en condiciones de pobreza y generan debido a los desechos que arrojan a las aguas mucha contaminación.

2.3.2 Estero Salado

El Estero Salado de Guayaquil es un estuario conformado por varios canales, los cuales se ven afectados por los desechos domésticos e industriales, otro problema es el la reducción del cauce del estero por la necesidad de espacio urbanizado siendo las orillas del Estero rellenadas. Algunos estudios indican que las aguas del estero tienen elevados valores de DBO y bajos niveles de oxígeno, presentando en algunos casos condiciones anóxicas. Los lodos que se acumulan presentan en algunos casos presencia de metales pesados.

2.4 Parámetros

Los parámetros establecidos para esta investigación fueron: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Oxígeno Disuelto (OD), Sólidos Totales Disueltos (STD), Sólidos Totales Suspendidos (STS), pH, Temperatura, Material Flotante y Turbidez.

2.4.1 Calidad de Agua.

Según lo indica el Ministerio de Ambiente de Ecuador en el Acuerdo 97-A (2015): La calidad de agua se determina de acuerdo a las características físicas, químicas y biológicas de la composición del agua, y estas la vuelven apta para los diferentes usos según sus características.

Título II. De los derechos. Capítulo II: Del buen vivir. Sección II Ambiente Sano.

Artículo 14.-Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la

conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Artículo 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Sección tercera, Patrimonio natural y ecosistemas

En su totalidad la sección tercera de la Constitución menciona la importancia de los patrimonios naturales en el país, las prohibiciones y las acciones que tomará el Estado para su debida protección.

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

Art. 405.- El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión. Las personas naturales o jurídicas extranjeras no podrán adquirir a ningún título tierras o concesiones en las áreas de seguridad nacional ni en áreas protegidas, de acuerdo con la ley.

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 marino-costeros

Art. 407.- Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular.

Sección sexta, Agua

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.

Capítulo II. De la Administración del Patrimonio de Áreas Naturales.

Art. 69.- La planificación, manejo, desarrollo, administración, protección y control del patrimonio de áreas naturales del Estado, estará a cargo del Ministerio del Ambiente”

Capítulo III. De la Conservación de la Flora y Fauna Silvestres.

Art. 72.- En cada una de los sectores seleccionados como áreas de conservación se supervisará el ingreso del público y sus actividades, incluyendo la investigación científica.

Capítulo VIII Calidad de los componentes bióticos y abióticos

Sección III Calidad de Componentes Abióticos

Parágrafo I del agua

De la calidad del agua

Art. 209. - Se refiere a las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

2.4.2 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se define a la cantidad de oxígeno consumido para la degradación bioquímica de la materia orgánica contenida en la muestra, durante un tiempo determinado. La muestra o una dilución adecuada de la misma, es incubada por 5 días a 20°C en la oscuridad. Se mide la concentración de oxígeno disuelto antes y después de la incubación, y el consumo de oxígeno corresponde a la demanda bioquímica de oxígeno. Para este análisis se debe recolectar la muestra en envases de plástico o vidrio. Tomar la muestra y llenar el frasco evitando airear. Llenar el recipiente hasta el borde superior sin cámara de aire. Realizar el análisis inmediatamente, si no es posible refrigerar la muestra a 4°C y comenzar el análisis antes de 24 horas de la recolección.

2.4.3 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) es la medida de oxígeno equivalente a la materia orgánica que es susceptible a ser oxidada por un oxidante químico fuerte, en condiciones específicas de temperatura y tiempo. La muestra se oxida con una cantidad conocida de dicromato de potasio en exceso, en medio ácido y con catalizadores. El dicromato de potasio remanente es determinado espectrofotométricamente a 600 nm.

2.4.4 Oxígeno Disuelto (OD)

Toda la vida acuática depende de la cantidad de oxígeno disuelto (OD) en el agua. Mientras que los organismos terrestres viven en una atmósfera que contiene aproximadamente un 20% de oxígeno, los organismos marinos sobreviven con una cantidad de oxígeno

considerablemente menor. La solubilidad del oxígeno en agua dulce varía entre 14.6 mg/L a 0 o C hasta aproximadamente 7 mg/L a 35 o C bajo una presión de 760 mmHg. La concentración de oxígeno disuelto en agua está determinada por la ley de Henry, que describe la relación de equilibrio entre la presión parcial de oxígeno atmosférico y la concentración de oxígeno en agua.

2.4.5 Sólidos Totales Disueltos (STD)

Parámetros que se utiliza para medir las sustancias que se disuelven en una muestra líquida, esto puede incluir elementos orgánicos e inorgánicos. Los sólidos disueltos totales, son las sustancias que están presente luego de filtrar y evaporar hasta sequedad una muestra en condiciones específicas.

2.4.6 Sólidos Totales Suspendidos (STS)

Parámetros que se utiliza para medir las sustancias que no se disuelven en una muestra líquida, esto puede incluir elementos orgánicos e inorgánicos. Los sólidos suspendidos totales son los materiales retenidos por un filtro estándar de fibra de vidrio y secado 103-105 °C. La muestra se debe recolectar en botellas de vidrio o plástico de 1 L de capacidad, se debe refrigerar la misma a 4°C, y analizarla de manera aconsejable antes de las 24 horas, como máximo 7 días luego de haber realizado el monitoreo.

2.4.7 Potencial de Hidrógeno (pH)

Parámetro que indica la salinidad o acidez de una muestra líquida. El pH o la actividad del ión hidrógeno bajo una temperatura dada determina la intensidad de las características ácidas o básicas del agua. El pH se define como el logaritmo de la inversa de la actividad de los iones hidrógeno, $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ $[\text{H}^+] = \text{actividad de los iones hidrógeno en mol/L}$

El método consiste en la determinación de la actividad de los iones hidrógeno por medidas potenciométricas usando un electrodo combinado o un electrodo estándar de hidrógeno de vidrio con un electrodo de referencia. El análisis puede ser realizado tanto en campo como en el laboratorio. En caso de que el análisis se realice en el laboratorio, llenar el recipiente de muestreo completamente sin cámara de aire. Realizar la medida antes de 2 horas de recolectada la muestra.

2.4.8 Temperatura (°T)

Parámetro utilizado para determinar la energía media concentrada en una muestra líquida. La temperatura debe tomarse preferiblemente en el momento en que se realiza el muestreo.

2.4.9 Material Flotante

Parámetro que se utiliza para medir aquellas sustancias que tienen efecto en la apariencia de una muestra líquida. Eso se realiza en el momento del monitoreo de manera visual.

2.4.10 Turbidez

Parámetro que se utiliza para determinar la pérdida de transparencia en una muestra líquida, está relacionada con los materiales en suspensión. La turbidez es una medida de la propiedad óptica que causa dispersión y absorción de la luz con disminución de la transmisión en línea recta. Se miden en unidades de turbidez nefelométrica, (NTU). Este método está basado en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas con la luz dispersada por una suspensión estándar de referencia bajo las mismas condiciones. Cuanto mayor sea la intensidad de la luz dispersada, mayor será la turbidez.

La base teórica reunida para la formación de este trabajo sustenta la importancia de los manglares en el mundo y reconoce que colaboran con la limpieza del ambiente, disminuyendo los grados de contaminación generados por diversos vectores. Los valores obtenidos se comparan con la Tabla 2 Criterios de la Calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios del Anexos 97-A. Ver figura 2 y 3.

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoniaco Total ⁽²⁾	NH3	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽³⁾		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1

Figura 2. Tabla 2. Criterios admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarinas

Fuente: Acuerdo Ministerial 140, Anexo 97- A MAE (2015).

Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂ ^U	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ ^U	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO5	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	-
⁽¹⁾ Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/l ⁽²⁾ Aplicar la Tabla 2a como criterio de calidad para agua dulce ⁽³⁾ Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0,2 ug/l				

Figura 3. Tabla 2. Criterios admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarinas

Fuente: Acuerdo Ministerial 140, Anexo 97- A MAE (2015).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la comparación de los resultados de los análisis, se tomó tres muestras compuestas de agua en tres puntos ubicados a lo largo del tramo 24-26 km de la Vía Perimetral, la recolección se ejecutó durante cuatro días en pleamar.

Los análisis del DBO y DQO se ejecutaron en el Laboratorio Mosquera en la ciudad de Guayaquil, siendo este uno de los laboratorios acreditados para realizar análisis de calidad de agua; los restantes de parámetros se llevaron a cabo en el Laboratorio de Aguas y Suelo de la Universidad Agraria del Ecuador a cargo del Ing. Yoansy García.

Basado en el informe del Laboratorio Mosquera en el parámetro DBO se utilizó el Método 5210-B por volumetría y el protocolo 5220-D por colorimetría de reflujo cerrado. Para el análisis del parámetro de OD y pH se procedió a calibrar y a usar la sonda multiparamétrica del medidor portátil HQ40D. El análisis del parámetro Sólidos Totales suspendidos se basó en el Método de análisis de Sólidos Totales Suspendidos calentado a 103°-105° C, expedido por el Instituto de Investigación Agropecuario de Chile. La turbidez se analizó mediante el uso del Turbidímetro 2100

P ISO, cuyo aparato se calibró previamente, siguiendo la guía de Hach. La temperatura se analizó mediante la información expuesta en el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

4. RESULTADOS

4.1 Puntos de Muestreo

Se registraron tres puntos y durante cuatro días de muestreo, a continuación, la descripción de cada uno de ellos. Ver Tabla 1 y Figura 4.

TABLA 1. Puntos de muestreo

Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	7.994.854.121.272.390	22.317.710.444.685.300
P2	7.995.090.275.942.360	22.309.170.216.253.100
P3	7.995.686.689.781.160	22.246.472.990.198.800

Autora: Angulo, 2017.

4.1.1 Punto 1

El punto 1 ubicado hacia el sur- oeste de la Ciudad de Guayaquil en la Coordenada P1 7.994.854.121.272.390 - 22.317.710.444.685.300, tomado como punto inicial porque comienza desde la parte final del Tercer Puente que une la Vía Perimetral con el Suburbio. El punto 1 es el punto más cercano al asentamiento humano, pero también el que da inicio al conjunto de especies que forman el ecosistema manglar.

4.1.2 Punto 2

El punto 2 ubicado hacia el sur- oeste de la Ciudad de Guayaquil en la Coordenada P2 7.995.090.275.942.360 -22.309.170.216.253.100, ubicado entre el Inicio del Tercer Puente y la Estación de Bombeo Tres Bocas. Este punto a encontrarse intermedio en la zona de muestreo nos permite hacer énfasis en las diferencias encontradas entre el P1 y el P3.

4.1.3 Punto 3

El punto 3 ubicado hacia el sur- oeste de la Ciudad de Guayaquil en la Coordenada P3 7.995.686.689.781.160– 22.246.472.990.198.800 Es este el punto final del muestreo se encuentra ubicado frente a la entrada de la Estación de Bombeo Tres Bocas.



Figura 4. Ubicación del área de estudio y de los puntos de muestreo.

Fuente: Captura Google Earth (2016), modificado por Angulo, 2017

4.2 Comparación de los parámetros con los puntos de muestreo.

Las muestras fueron tomadas a una temperatura aproximada de 28° C (centígrados), y se mantuvieron en un ambiente de 4° C hasta llegar al laboratorio para el correspondiente análisis. Ver Figura 5.



Figura 5. Muestras para análisis de físicos

Autora: Angulo y Barona, 2017

Los resultados para los análisis de pH y Oxígeno disuelto durante los días de muestreo fluctúan muy poco, e indican que la concentración de ellos es apta para los organismos acuáticos, estando dentro de los límites permisibles que exige la Tabla 2 Criterios de la Calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios del Anexos 97-A. Ver figura 2 y 3.

4.2.1 Oxígeno Disuelto (OD)

El análisis del Oxígeno Disuelto se llevó cabo en el Laboratorio de Suelo y agua del Universidad Agraria del Ecuador, por medio del Método HACH, por medio de la sonda multiparamétrica. En el punto 3 se observa una disminución de la cantidad de OD durante el

muestreo 1 y el muestreo 2, se podría explicar por efectos de la respiración microbiana entre otros. Ver. Figura 6.

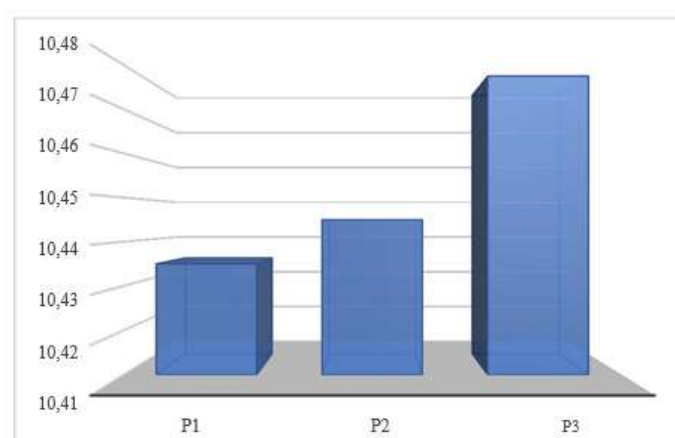


Figura 6. Variación del Oxígeno Disuelto en los tres puntos de muestreo.

Autora: Angulo, 2017.

4.2.2 Ph

El Parámetro de Potencia Hidrogeno ha servido para determinar la acidez o la neutralidad de las muestras del agua. Los resultados demuestran que se mantiene durante los tres días de muestreo, el promedio del total de los muestreos es 7.09 el agua es de ph neutro de manera que beneficia el desarrollo de los ciclos en el ecosistema Manglar. Ver Figura 7.

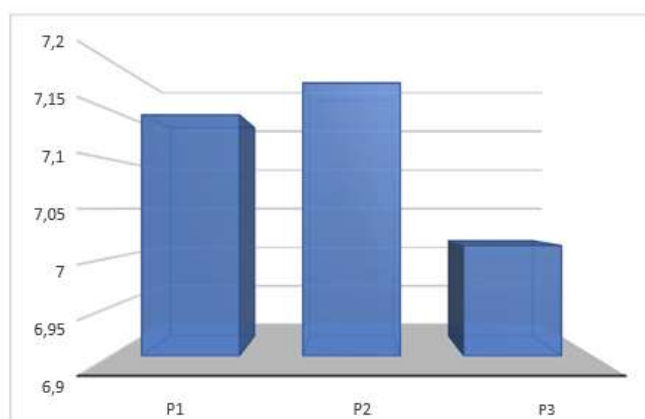


Figura 7. Variación del pH en los tres puntos de muestreo.

Autora: Angulo, 2017.

4.2.3 Turbidez

Se describe el porcentaje de turbiedad basados en Unidades Nefelométricas (NTU), en este caso los tres puntos son mayores a 100 NTU, deduciendo que en condiciones normales es decir sin ninguna intervención antropológica el nivel de turbiedad es del 20 %, porcentaje que indica que la turbiedad en los dos primeros puntos muestra el crecimiento de algas o fitoplancton o sedimentos procedentes de la erosión. Ver Figura 8.

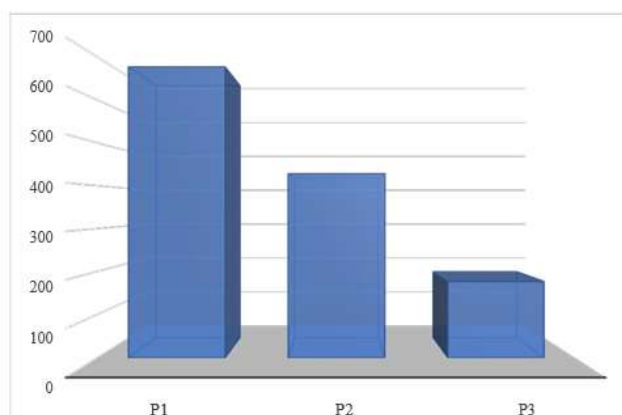


Figura 8. Variación de la Turbidez en los tres puntos de muestreo.

Autora: Angulo y Barona, 2017.

4.2.4 Sólidos Totales Disueltos (STD)

La cantidad de sólidos como minerales, sales, cationes o aniones que se encontraron, se relacionan con la turbidez de las muestras, se puede decir que se encuentran dentro de los límites permisibles. Ver figura 9.

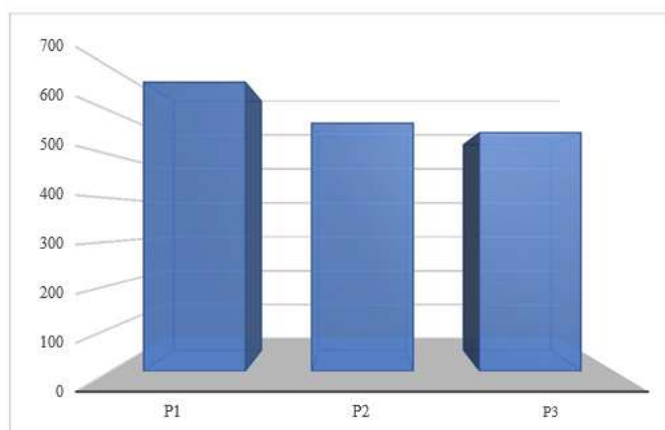


Figura 9. Variación de los Sólidos Totales Disueltos en los tres puntos de muestreo.

Autora: Angulo y Andrade, 2017.

4.2.5 Sólidos Totales Suspendidos

Los resultados en este parámetro y según los análisis estadísticos indicaron que si se encontró diferencia en uno de los puntos analizados, el punto 3 es el punto en el que los sólidos totales suspendidos variaban, porque disminuían en relación a los resultados del primer punto. Ver Figura 10.

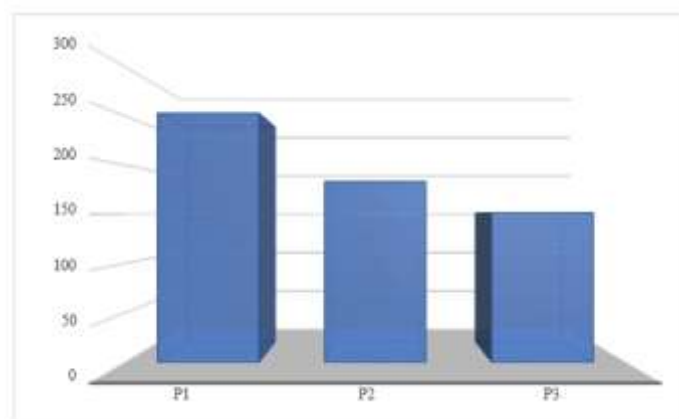


Figura 10. Variación de los Sólidos Totales Suspendidos en los tres días de muestreo.

Autora: Angulo y Andrade, 2017.

4.2.6 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

Los resultados de este análisis no fueron concluyentes por lo que fueron descartados en esta investigación

4.2.7 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Los resultados de este análisis no fueron concluyentes por lo que fueron descartados en esta investigación.

4.2.8 Temperatura

Se demuestra que la temperatura es constante durante los 4 días de muestreo y que se encuentra dentro de los límites aceptables para el desarrollo de la vida acuática del ecosistema.

Para la comparación de los puntos se tomaron en cuenta los parámetros con los resultados significativos, como lo son turbidez, sólidos totales suspendidos, sólidos totales disueltos. Los valores obtenidos se obtuvieron los promedios los cuales se pueden comparar con la tabla 2. Criterios admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarinas del anexo 97-A. Ver tabla del 2.

Tabla 2. Comparación de los resultados del análisis con los criterios admisibles del Anexo 97-A

Parámetros	CRITERIO DE CALIDAD tabla 2. Anexo 97-A	PROMEDIO ANÁLISIS DE LA MUESTRA
OD	>80	115 %
pH	6,5 – 9	7.09
DBO	--	4.99
DQO	--	10,88
MT	Ausencia	Presencia
Temperatura	<35	27.89

STD	250 mg/L	598.91 mg/L
-----	----------	-------------

Autora: Barona, 2017.

Como se puede observar en los parámetros de Turbidez y Sólidos Totales Suspendidos, las medias de cada punto de muestreo tuvieron resultados significativos, sobre los cuales se analizarán las hipótesis alterna y nula para confirmar la existencia de la variación de un punto a otro mediante el análisis de varianza. Los valores de las medias de los muestreos de todos los parámetros se observan en la tabla 3.

Tabla 3. Integración de las medias de los parámetros por punto

	pH	OD	DBO	DQO	SST	STD	NTU
P1	7,145	9,28	2,25	5,25	0,207725	207,725	666,5
P2	7,1775	9,43	3	6,25	0,2071	207,1	573,25
P3	7,0125	8,9225	2	5	0,165975	165,975	557

Autora: Angulo, 2017.

4.3 Análisis Estadístico

En el análisis estadístico de este trabajo de investigación se formularon dos hipótesis para establecer las diferencias presentadas en cada punto de muestreo según el parámetro analizado. Las hipótesis establecidas fueron las siguientes:

La Hipótesis Nula (H_0) dice que todos los valores son iguales entre sí.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

La Hipótesis Alterna (H_a) dice que hay diferencia entre los valores.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Para validar alguna de las hipótesis formuladas, se desarrolló la Prueba de Análisis de Varianza o ANOVA (Analysis of Variance), por cada parámetro muestreado.

Después del análisis de los parámetros en las muestras obtenidas, los parámetros de Sólidos Totales Suspendidos y Turbidez sobresalieron entre los demás porque los resultados variaron significativamente entre punto y punto muestreado. Para comprobar la diferencia entre los puntos se efectuó la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA), en la cual la turbidez y la suspensión de sólidos totales tuvieron variaciones, basadas en un 99,74% y 99,32% de confianza respectivamente.

Se efectuó la prueba t-Student para hallar el punto de muestra variante, en el parámetro sólidos totales disueltos la comparación del punto 1 y el punto 2 demostró que son diferentes con

un 98.09%, de confiabilidad; en el punto 2 y el punto 3 se mantiene la diferencia de resultados obtenidos con 75 % de confiabilidad y en el punto 1 y punto 3 se registró la diferencia también con un 99.03% de confianza. En el caso del parámetro turbidez las comparaciones arrojaron los siguientes resultados, en la comparación del punto 1 y el punto 2 son diferentes, basado en un 91.1% de confianza; la comparación del punto 2 y el punto 3 tomando en cuenta el 98.34% de confianza se dice que son iguales, y la comparación entre el punto 1 y el punto 3 indica que son diferentes, con un 99.34% de confianza. Ver tablas 4 y 5.

TABLA 4. Prueba T-Student para turbidez

	P1/P2		P2/P3		P1/P3	
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	676,5	428	428	176,75	676,5	176,75
Varianza	40923	14924,66667	14924,66667	5288,916667	40923	5288,916667
Observaciones	4	4	4	4	4	4
Grados de libertad	5		5		4	
Estadístico t	2,103070697		3,534389526		4,649495243	
P(T<=t) dos colas	0,089404231		0,016661722		0,009665102	
Valor crítico de t (dos colas)	2,570581836		2,570581836		2,776445105	

Autora: Angulo, 2017.

TABLA 5. Prueba T-Student para Solidos Suspendidos Totales (SST)

	P1 / P2		P2 / P3		P1 / P3	
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	252,825	183,325	183,325	151,6	252,825	151,6
Varianza	941,249167	972,995833	972,9958333	1610,78	941,249167	1610,78
Observaciones	4	4	4	4	4	4
Grados de libertad	6		6		6	
Estadístico t	3,1769914		1,248257576		4,00751323	
P(T<=t) dos colas	0,0191486		0,258437695		0,00705834	
Valor crítico de t (dos colas)	2,44691185		2,446911851		2,44691185	

Autora: Angulo, 2017.

De manera que en ambos casos se puede observar que el punto variante es el punto uno, es decir que la calidad del agua que paso por el punto uno, no es igual que la del punto tres.



Figura 11. Muestras de agua, según el contenido de sedimentos

Autora: Angulo y Andrade, 2017.

5. DISCUSIÓN

Los recursos existentes en los ecosistemas de manglar proporcionan principalmente funciones de reducción de contaminantes, sedimentos entre otros, como parte de sus ciclos habituales, es ésta una de las razones por la cual se vuelven frágiles ante la actividades antropológicas, en el Análisis de la Estructura del manglar de la laguna Juluápan, México, se realizó una evaluación de las especies de mangles hallados en el margen de la laguna en lo cual por sus características se determinaron los factores que influyen en la alteración de la estructura del manglar de la laguna.

Cierta parte de los estudios a gran escala que se realizan en cuanto a los ecosistemas manglares se derivan al tema de protección de las costas, los estudios sobre Biorremediación de los suelos o agua aportan con información sobre las características de éstos medios, además que sirven para tomar decisiones apropiadas en el momento de eventos peligrosos.

Según el estudio denominado “Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de Biorremediación. Fitorremediación y restauración” describe las estrategias disponibles para el cuidado del ecosistema manglar en caso de contaminación por hidrocarburos, haciendo énfasis en los variados recursos con los que cuentan estos medios para la eliminación de material contaminante.

El Estudio Manglares de Panamá, describe la importancia de la conservación de los manglares, los servicios ambientales brindados por estos ecosistemas, cuyos análisis son de principal importancia porque nos conlleva a saber las maneras sustentables de explotarlos y de consérvalos.

5. CONCLUSIONES

En conclusión, el Ecosistema Manglar si tiene influencia como biopurificador en el agua del tramo 24 -26 km de la Vía Perimetral de la ciudad de Guayaquil.

La turbidez y los sólidos totales suspendidos son parámetros estrechamente ligados porque denotan la existencia de materiales que alteran la calidad del agua, en los tres puntos de muestreo los resultados reflejaron estar cerca de los límites permisibles, de manera que no solo afectan la calidad del agua del manglar, sino que también genera contaminación visual porque altera el aspecto del medio

6. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones expresadas a continuación han sido descritas según los resultados obtenidos de los análisis previamente realizados.

- Elaborar proyectos más profundos para determinar cuáles son las especies que influyen como biorremediadores en la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado.
- Evaluar las funciones de los mangles existentes en la zona de ecosistemas de manglar y de qué manera contribuyen a eliminación de contaminantes.
- Controlar de accesibilidad a las zonas de la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado, que se encuentran cercanas a los asentamientos poblacionales o que tengan interacción con ellos.
- Manejar apropiadamente las características del paisaje, y los agentes causantes de la alteración provocada.
- Determinación de la concentración de Coliformes totales fecales y volátiles, ya que en el área se abandonan desechos sanitarios sin ningún tipo de tratamiento, y obviamente contaminan la región.
- Usar de manera apropiada las especies identificadas como biopurificadores, en zonas de alta contaminación.
- Prevenir la intromisión de personas que no realicen actividades afines con la reserva.

LISTA DE ACRÓNIMOS

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno
DQO: Demanda Química de Oxígeno
TDS: Sólidos Disueltos Totales
STS: Sólidos Totales Suspendidos
NTU: Unidad Nefelométrica
OD: Oxígeno Disuelto
HDPE: Por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene.
PEAD: Polietileno de alta densidad.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

REFERENCIAS

- Asamblea Nacional. (2006). Constitución de la República. Ecuador Recuperado de <http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf>
- Biotecnología, CA. (s.f.) Consejo Argentino para la formación y el desarrollo de la Biotecnología. Argentina. Recuperado de: <http://www.argenbio.org/index.php>
- CEPIS, (1978). Guía para la evaluación de laboratorios bacteriológicos de análisis de aguas. Lima
- González, P. (22 de abril de 2014). Proceso de la Fotosíntesis. Recuperado de: <https://www.guioteca.com/educacion-para-ninos/%C2%BFque-es-la-fotosintesis-sencilla-explicacion-para-entender-este-proceso/>
- Galeón. Reserva de Producción de Fauna - Manglares El Salado - (2014). Obtenido de: www.galeon.com/salvemosalmanglar/docs/archivos/snap.htm
- Hernández & Fernández, C. (2010). Metodología de la Investigación. México: McGraw- Hill Interamericana Editores, S.A de C.V
- Instituto Nacional de Oceanografía (INOCAR).(2014). Temperatura Superficial del Mar. Recuperado de <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/temperatura-superficial-del-mar>
- IWater. ¿Qué es un Purificador de agua?. Obtenido de: <http://www.plantas-purificadoras-de-aguas.com.mx/informacion-tecnica/tratamiento-del-agua/que-es-un-purificador-de-agua/>
- Llunch, AR (s.f.) Los Mangles. Obtenido de http://www.proyectosalohogar.com/Recursos_naturales/Mangles.htm
- Hach Company.(2000).Manual de análisis de agua. Segunda edición en español. Recuperado de: [file:///C:/Users/HP/Downloads/Water%20Analysis%20Manual-Spanish-Manual%20de%20Análisis%20de%20Agua%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Water%20Analysis%20Manual-Spanish-Manual%20de%20Análisis%20de%20Agua%20(1).pdf)
- Hach Company.(2004).Turbidímetro Portatil. Manual del Instrumento. Recuperado de file:///C:/Users/HP/Downloads/9368_DOC022_61_00630JUN04.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2001). Boletín Oficial del Estado. Obtenido de Agencia Oficial Estatal: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2001BOE-A-2001-14276-consolidado>.
- Ministerio del Ambiente (4 de noviembre de 2015). Acuerdo Ministerial N°387
- Organización Panamericana de la Salud y Ambiente .(1996). Curso de Eutrofización en lagos cálidos tropicales. .Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd33/sala13/041477-enfoqueeutrofizacion.pdf>
- Parámetros y características de las aguas naturales. (2009).Organización GeoCities
- Programa Nacional de las Naciones Unidas (PNUMA) (2012).Los Manglares. Obtenido de <http://www.pnuma.org/manglares/definicion.php>
- Rat,A.B. (s.f.) Importance of Mangroves.WWF Global. Obtenido de http://wwf.panda.org/about_our_eath_/blue_planet_/coast/mangroves/mangrove_importance/
- Red Justicia Ambiental. Declaración de Río (1992). Obtenido de <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/declaracion-de-rio-1992.pdf>

- Alejandro Yañez-Arancibia, Jhon W. Day, Robert R. Twilley y Richard Day. Manglares: ecosistema centinella frente al cambio climático, Golfo de México. (2014). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712014000500003
- Sawyer, C.N. and McCarty. Ingeniería Química para el Ambiente (3rd ed), New York, 1978.
- Secretaría de Planificación y Desarrollo (2015). Proyecto de recuperación de las áreas protegidas de la ciudad de Guayaquil: Estero Salado. Guayaquil.
- Torres, E. (Marzo de 2009). CONABIO Mangle negro. Obtenido de http://www.biodiversidad.gob.mx/v_ingles/species_priori/fichas/pdf/mangleNegro.pdf
- Velandia Barrera. (2013). Turbiedad del agua. Publicado en: Blogspot. Recuperado de <http://turbiedaddelagua.blogspot.com/p/contexto.html>
- Universidad de Valencia. Estimación por intervalo. Obtenido de <https://www.uv.es/ceaces/tex1t/5%20interval/intervalos.html>