



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad De Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas Y  
Recursos Naturales (FIMCBOR)**

“Sistema De Biorremediación Para La Regeneración De Suelos  
Hidromórficos Del Estero Chicharrón Y Río Cucaracha De La Comuna De  
Montañita, Provincia De Santa Elena.”

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGO**

Presentado por:

ALAN MUÑOZ CARRIEL

GALO GUILLÉN CAMPOVERDE

Guayaquil–Ecuador

2015

## **AGRADECIMIENTO**

Primero que nada a Dios por darme la vida y la fortaleza necesaria para terminar esta tesis, a mi madre Gabriela Carriel por haberme dado la vida, por sus sabios consejos y su amor brindado. A mis hermanas María Gabriela y María Gracia. A mi familia por su apoyo incondicional.

A mi director de tesis MsC Eduardo Fabián Molina Bravo por su paciencia, apoyo, enseñanzas y amistad brindada durante la realización del presente estudio.

A mi amigo Blgo. Javier Andrés Gilbert Jaramillo por su tiempo y recomendaciones para la culminación del presente trabajo escrito; y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

Alan Muñoz Carriel

## DEDICATORIA

Cada día te bendeciré  
Y alabaré tu nombre eternamente  
Y para siempre  
Grande es Jehová y digno de  
suprema alabanza  
Y su grandeza es inescrutable  
Salmo 145: 2-3

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por su apoyo y enseñanzas durante el camino de mi vida.

Al Máster Eduardo Molina por su tiempo y dirección en la realización de esta tesis.

Al Blgo. Javier Gilbert por sus consejos y recomendaciones previos a la presentación de este documento y a los profesores y compañeros que con sus enseñanzas contribuyeron a mi formación profesional.

Galo Guillén Campoverde

## DEDICATORIA

A Dios, por bendecir cada día de mi vida. Por estar conmigo en mis alegrías y tristezas.

A mi ángel Yolita, que cada día está más presente en mi corazón y brilla en el cielo más fuerte cada noche.

A mis padres por acompañarme en cada paso que doy, por sus consejos e infinito amor.

A mis hermanos, familiares y amigos que me apoyaron en este proceso.

A Jess, por haber caminado conmigo en estos años y por brindarme día a día su cariño incondicional

Al Bombillo y a Chester por sacarme una sonrisa cada mañana.

Galo Guillén C

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Washington Cárdenas Ph D

**Principal del Tribunal**

---

Eduardo Molina B. M. Sc.

**Director de tesis**

---

Jerry Landivar M Sc

**Primer vocal**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad del contenido de este Informe nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

---

Galo Guillén Campoverde

---

Alan Muñoz Carriel

## **RESUMEN**

El presente proyecto de tesis plantea la elaboración de un protocolo básico para iniciar la remediación de un cuerpo de agua de características de formación hidromórficos (estero chicharrón), ubicado en la comuna de Montañita, provincia de Santa Elena; como primicia de las labores de cuidado ambiental y cumplimiento de la Constitución ecuatoriana en su libro del Buen Vivir – SumakKawsay.

Como punto de partida, se revisó y definió los fundamentos teóricos de los procesos de remediación, y con estos conocimientos se procedió establecer el diseño del bioensayo para observar en un medio controlado los cambios durante todo el proceso; tomando la mejor decisión la cual fue la establecida in situ.

Se construyó 3 peceras de 25X25X25cm de vidrio claro, las cuales fueron llenas con sedimento del estero hasta una altura de 5cm luego se procedió a llenarlas con agua del mismo estero estableciendo una pecera como testigo. Cada 7 días se aplicaban los productos en las peceras rotuladas como B y C.



El bioensayo se fundamenta en el uso de muestras de agua y sedimento del Estero Chicharrón, los mismos que serán mantenidos en 3 acuarios durante 6 semanas, en donde diversas dosis del compuesto a usar fueron implementadas. Para determinar la mejor dosis, se evaluaron los diferentes resultados de las muestras de agua efectuados por un Laboratorio; dosis que podría sugerir un primer avance a la implementación “in situ” y mejorar la calidad de los cuerpos de agua vinculados con el Estero Chicharrón.

**Palabras claves:** Montañita, hidromórficos, in situ, bioensayo, remediación, protocolo, ex situ.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	3
ÍNDICE GENERAL.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
ÍNDICE DE ANEXOS.....	12
ABREVIATURAS.....	13
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1 .....	1
1 GENERALIDADES .....	1
1.1 LÍNEA BASE .....	1
1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA LINEA BASE.....	1
1.2 CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO .....	1
1.2.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	1
1.3 ASPECTOS FÍSICOS.....	2
1.4 CLIMATOLOGÍA .....	2
1.5 HIDROGRAFIA .....	3
1.6 ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	3
1.6.1 TEMPERATURA .....	4
1.6.2 TEMPERATURA DEL AIRE .....	4
1.6.3 PRECIPITACIÓN.....	5
1.6.4 HELIOFANÍA .....	5

1.6.5	GEOMORFOLOGÍA .....	6
1.6.6	TIPOS DE SUELO .....	7
1.7	CARACTERÍSTICAS FÍSICOS-QUÍMICAS DEL SUELO DEL ESTERO.	9
1.8	ASPECTOS BIÓTICOS .....	9
1.8.1	METODOLOGÍA .....	9
1.9	FLORA.....	10
1.10	FAUNA.....	10
1.10.1	AVES	10
1.10.2	MAMÍFEROS .....	11
1.10.3	REPTILES Y ANFIBIOS .....	11
1.11	CARACTERIZACION DEL CUERPO DE AGUA .....	11
1.12	PARÁMETROS FÍSICOS .....	12
1.12.1	PARÁMETROS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS .....	13
1.13	EFFECTOS DE CONTAMINACIÓN EN CUERPOS DE AGUA REPRESADOS .....	13
1.14	EUTROFIZACIÓN .....	14
1.15	PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN .....	15
1.15.1	DEGRADACIÓN QUÍMICA.....	15
1.15.2	BIODEGRADACIÓN .....	15
1.16	PRINCIPIOS DE BIORREMEDIACIÓN .....	17
1.16.1	DEFINICIÓN DE BIORREMEDIACIÓN .....	17
1.16.2	MECANISMOS DE BIORREMEDIACIÓN .....	19

1.16.3	FITOREMEDIACIÓN.....	19
1.16.4	FACTORES QUE DETERMINAN LA EFICACIA DE LA BIORREMEDIACIÓN .....	20
1.16.5	FUNDAMENTO BIOQUÍMICO DE LA BIORREMEDIACIÓN .....	20
1.16.6	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA BIORREMEDIACIÓN.....	21
1.17	LEGISLACIÓN APLICABLE .....	22
1.17.1	Constitución Política del Ecuador.....	22
1.17.2	Texto Unificado de la Legislación Secundaria Ambiental .....	23
CAPÍTULO 2.....		26
2	MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
2.1	METODOLOGÍA DE CAMPO.....	26
2.1.1	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS IN SITU. ....	26
2.1.2	MUESTRAS PUNTUALES. ....	27
2.1.3	CONSERVACIÓN Y ALMACENAJE.....	27
2.2	POTENCIAL DE HIDROGENO pH.....	27
2.3	CONDUCTIVIDAD – SALINIDAD .....	27
2.4	TEMPERATURA .....	28
2.5	OXÍGENO DISUELTO .....	28
2.6	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO .....	28
2.7	DQO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO .....	29
2.7.1	PRINCIPIO DEL PROCESO .....	29
2.8	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO .....	29

2.9	MODELO DE ENSAYO .....	29
2.9.1	METODOLOGÍA .....	30
	CAPÍTULO 3 .....	31
3	RESULTADOS.....	31
3.1	pH.....	31
3.2	MATERIA ORGÁNICA .....	31
3.3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES .....	32
3.4	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO .....	32
3.5	RESULTADOS DE LA FASE IN SITU .....	33
3.6	PROTOCOLO A SEGUIR PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS HIDROMÓRFICOS.....	34
3.7	PROCEDIMIENTO .....	34
3.7.1	DESINFECCIÓN DEL MEDIO .....	34
3.7.2	ACONDICIONAMIENTO DEL MEDIO .....	35
3.7.3	DESBLOQUEAR NUTRIENTES .....	35
3.7.4	BLOQUEAR METALES PESADOS.....	35
3.7.5	REGULACIÓN DEL PH.....	35
3.7.6	PRODUCCIÓN DE DIATOMEAS: PRODUCCIÓN DE OXÍGENO .....	35
3.7.7	MEJORAR LA RELACIÓN C:N:P .....	36
3.7.8	COLONIZACIÓN DE BACTERIAS BENÉFICAS .....	36
	CAPÍTULO 4 .....	37

4	DISCUSIÓN .....	37
5	CONCLUSIONES .....	38
6	RECOMENDACIONES .....	39
7	ANEXOS .....	40
8	BIBLIOGRAFÍA .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Ejemplos de esteros en el Ecuador.....	2
Ilustración 2: Reporte meteorológico .....	4
Ilustración 3: Distribución temporal de temperatura .....	5
Ilustración 4: Distribución temporal de precipitación .....	5
Ilustración 5: Mapa geomorfológico de la comuna Montañita.....	7

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas del área de estudio .....	2
Tabla 2: Caracterización del suelo .....	9
Tabla 3: Especies de aves encontradas en la zona de estudio.....	10
Tabla 4: Especies de mamíferos encontrados en la zona de estudio .....	11
Tabla 5: Especies de reptiles encontrados en el área de estudio .....	11
Tabla 6: Caracterización del agua.....	13
Tabla 7: Contaminantes puntuales del estero Chicharrón .....	14
Tabla 8: Dosificación del bioensayo.....	30
Tabla 9: Resultado de pH .....	31
Tabla 10: Resultado de Materia Orgánica.....	31
Tabla 11: Resultados Coliforme totales y fecales .....	32
Tabla 12: Resultados finales de DBO, DQO.....	32
Tabla 13: Resultados de la fase in situ .....	33



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Partes de un estuario.....	41
Anexo 2: Área de estudio.....	41
Anexo 3: Flora y Fauna presentes en el área de estudio.....	42
Anexo 4: Flora presente en el área de estudio.....	43
Anexo 5: Peceras utilizadas en bioensayo .....	44
Anexo 6: Llenado del sedimento en las peceras .....	45
Anexo 7: Llenado de las peceras con agua proveniente del estero.....	46
Anexo 8: Segunda semana del tratamiento .....	47
Anexo 9: Última semana de tratamiento.....	48
Anexo 10: Informe de análisis línea base .....	49
Anexo 11: Informe análisis línea base .....	50
Anexo 12: Informe análisis al finalizar bioensayo.....	51
Anexo 13: Informe análisis al finalizar bioensayo.....	52
Anexo 14: Informe análisis luego de la aplicación in situ .....	53
Anexo 15: Informe de análisis luego de aplicar los productos in situ .....	54

## ABREVIATURAS

**MAE** Ministerio de Ambiente del Ecuador

**INEC** instituto de Estadísticas y Censos

**TULAS** Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente

**PIB** Producto Interno Bruto

**EPA** Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

**REA** Rapid Ecological Assessment

**TNC**The Nature Conservancy

**Cm** centímetros

**ppm** partes por millón

**P** fosforo

**N** nitrógeno

**C**

carbono

## INTRODUCCIÓN

Ecuador cuenta con un área 1.111.818 Km<sup>2</sup> el cual se divide en la zona continental y el archipiélago de las Islas Galápagos. Según datos del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) existen 29 municipios en el territorio marítimo. Esto nos demuestra que más de la mitad de la población de Ecuador vive dentro de la franja costera, lo cual puede generar problemas como pobreza y marginación, además de los consecuentes impactos ambientales derivados de la generación de desechos, contaminación de acuíferos y deterioro generalizado.

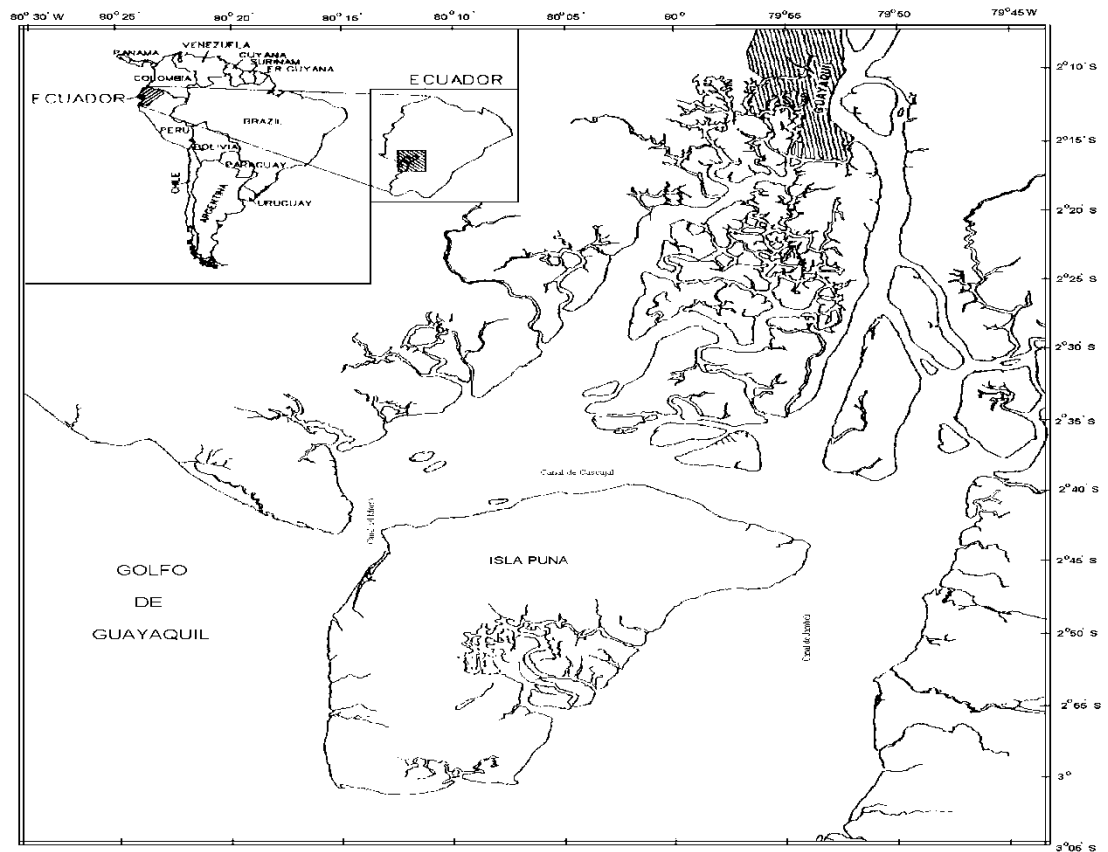
Dentro de la franja costera, se encuentran en tierras adentro, diferentes cuerpos de agua de características salobres. Un ejemplo de estos cuerpos de agua salobres son los estuarios (2). Un estuario es un cuerpo de agua parcialmente encerrado que se forma cuando las aguas dulces provenientes de ríos fluyen hacia el océano y se mezclan con el océano.

Los estuarios son influidos por la marea y protegidos de las olas, vientos y tormentas por los arrecifes o en el caso de Ecuador por los bosques de

manglar, los cuales actúan como barreras naturales y definen la frontera del estuario.

Los ecosistemas estuarinos son extremadamente valiosos para las comunidades que viven o se sustentan de sus recursos, además de albergar abundante vida silvestre.

**Ilustración 1: Ejemplos de esteros en el Ecuador**



FUENTE: R. Holden 1978

En todos los estuarios, se distingue una parte externa (boca) dominada por las corrientes de las olas o de las mareas, que inducen una sedimentación gruesa (arenas) y un transporte aguas arriba de los sedimentos, luego una parte central con energía mínima, porque se equilibran más o menos las

influencias, donde se depositan sedimentos más finos y por último una parte interna (cabeza) dominada por la energía del río, que induce una sedimentación gruesa transportada aguas abajo. (3) Véase Anexo 1.

La importancia de los estuarios se puede resumir en que estos ecosistemas son fuentes de alimentos y localizaciones de alta productividad primaria; son lugares para estudiar los procesos costeros relacionados a su interacción con el Océano, los que se producen en una escala de tiempo y de espacio más cortas que en los procesos Oceánicos y la socio-ambiental ya que muchos grupos humanos usan los estuarios con intereses particulares (Chang, 2003). La zona de estudio se encuentra ubicada en la comuna Montañita provincia Santa Elena. La comuna Montañita, pertenece a la Parroquia Manglaralto, encontrándose ubicada en la parte norte del Cantón Santa Elena. Sus límites son: al norte: Olón; al sur: Manglaralto; al este: el Océano Pacífico; y, al oeste: Pajiza y Dos Mangas.

Debido a que existen asentamientos humanos en los alrededores de estos esteros, se han realizado estudios e inspecciones de conexiones clandestinas de aguas servidas al sistema de alcantarillado pluvial descargando al estero Chicharrón, desde diferentes sectores.

El problema del alcantarillado en Montañita viene desde hace mucho tiempo atrás. Siendo uno de los problemas más grandes en la actualidad la contaminación de los recursos hídricos.

### **Aguas Residuales**

El agua residual es aquella que ha sufrido una alteración en sus características físicas, químicas o biológicas por la introducción de contaminantes como residuos sólidos, biológicos, químicos, municipales, industriales, agrícolas, etc., afectados a los ecosistemas acuáticos y su entorno. (Novothy, 2003, Sanchez, 2003). Las aguas residuales provienen del abastecimiento de una población, por esta razón son líquidos de composición variada (Metcalf y Eddy, 2003).

Las aguas residuales domesticas son aquellas provenientes de las actividades domesticas cotidianas, por lo cual son principalmente una combinación de heces humanas y animales, orina y agua gris (Mara y Cairncross, 1990), estas presentan un alto contenido de materia organica, compuestos químicos domesticos como detergentes y compuestos clorados y microorganismos patógenos y no patógenos. En ciertos casos el agua generada por ciertas industrias puede entrar en esta clasificación sino contiene una gran proporción de sustancias de síntesis química (Mara y Cairncross, 1990).

Las plantas de tratamiento de aguas residuales se construyen con el propósito de proteger el ambiente y la salud, por consiguiente, su impacto ambiental debería ser positivo. Sin embargo, al hacer el análisis de este impacto, debe considerarse la posibilidad de que se presenten aspectos negativos (5).

Las lagunas de estabilización cuando están adecuadamente diseñadas, construidas y mantenidas, son capaces de poseer una elevada capacidad de remoción de carga orgánica y biológica.

# **CAPÍTULO 1**

## **1 GENERALIDADES**

### **1.1 LÍNEA BASE**

#### **1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA LINEA BASE**

Se caracterizará la situación actual de los componentes ambientales involucrados en el estudio, sin influencias de nuevas intervenciones antropogénicas.

### **1.2 CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO**

#### **1.2.1 ÁREA DE ESTUDIO**

La zona de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Santa Elena la cual está formada por Salinas, Libertad y Santa Elena (Ver Anexo 2). Montañita es una comuna que nació hace 120 años, como un pueblito, pero el 7 de Enero de 1938 se creó como Comuna Montañita. El suelo se caracteriza por tener elevaciones y el tipo de suelo predominante es arenoso. La comuna Montañita, pertenece a la Parroquia Manglaralto, encontrándose demarcada al norte con: la Comuna Olón, al sur por: la Comuna Manglaralto,

al este por: la comuna Dos Mangas y la cordillera Chongón-Colonche y al oeste por: el Océano Pacífico.

La altitud promedio de la Comuna Montañita es de 3.20 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), aproximadamente.

**Tabla 1: Coordenadas del área de estudio**

<b>COORDENADA</b>	<b>VALOR</b>
UTM	17 M 5275559798351
MGRS	17MNT27559835
GMS	01 49 27.7 S 80 45 08.1 O
GMm	01 49 462 S, 80 45 135 O
G. g	-1,8243611111111111 -80,75225

FUENTE: Autores

Los principales cuerpos de agua naturales son:

- Río Montañita.
- Estero Arrimado
- Estero Chicharrón

Según moradores de la comuna el Río Montañita antiguamente poseía un caudal significativo, por lo cual era apto para el consumo humano, pero en la actualidad está casi sedimentado y sus aguas no son aptas para el consumo. Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) un 50% de las casa poseen pozo séptico para eliminar las excretas. Las cuales cada familia la han construido por sus propios recursos; el resto con ayuda de entidades del gobierno han logrado construir letrinas.

### **1.3 ASPECTOS FÍSICOS**

#### **1.4 CLIMATOLOGÍA**

Por la posición geográfica del Ecuador, se considera que este tiene un tipo de clima tropical. Sin embargo, debido a que el Ecuador está atravesado por una cadena de montañas y a las diferentes condiciones de las mismas,



no es posible identificar las condiciones propias de los climas tropicales en todo el territorio nacional.

El clima tropical megatérmico árido a semiárido reina en la península de Santa Elena, el cabo San Lorenzo y la franja litoral meridional. Las temperaturas medias anuales son de aproximadamente 24°, las máximas rara vez superan 32°C y las mínimas son del orden de 16°. Las precipitaciones anuales son inferiores a 500 mm y están concentradas en una sola estación lluviosa, de enero a abril (Anuario Meteorológico INAMHI 2010).

## **1.5 HIDROGRAFIA**

El sistema hidrográfico de la región está conformado por pequeños ríos y micro cuencas. La zona y parte de la fuente hidrográfica se encuentra en la red que pertenece a la subcuenca del río Manglaralto en la que una de sus aportes es la ramificación del Río Montañita y el Río Cucaracha, que descarga en el Océano Pacífico.

## **1.6 ESTACIONES METEOROLÓGICAS**

Con la finalidad de caracterizar el clima de la zona de estudio, se utilizó información del anuario que emite Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) la misma que de acuerdo a información pública se detalla del año 2010.

## Ilustración 2: Reporte meteorológico

MB06		SANTA ELENA-UNIVERSIDAD										INAMHI							
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		M E D I A S		Mensual	Máxima día	Mínima día	Máxima día	Mínima día	Media			Mensual	Máxima en 24hrs	día			
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima														
ENERO	146.0		16.0	30	31.5	18.6	25.8				80	21.9	26.2	3.9	3.9	18	1		
FEBRERO	54.9	34.0	7	14.8	14	31.8	18.3	26.5			84	23.5	28.9	97.0	37.7	6	11		
MARZO	172.0	33.5	15	13.5	25	32.3	17.0	26.8			83	23.6	29.1	14.9	6.1	18	10		
ABRIL	193.1		16.0	11	31.8	17.5	26.9				81	23.2	28.5	14.6	5.7	4	7		
MAYO	143.5		17.0	1	31.2	18.8	25.2	95	31	69	11	83	22.1	26.8	0.6	0.6	31	1	
JUNIO	80.6	33.5	10	17.0	1	30.6	18.6	23.1	97	14	74	10	89	21.3	25.4	0.1	0.1	18	1
JULIO	86.5					29.5	18.5	22.2				87	19.9	23.3	1.6	0.8	18	5	
AGOSTO	62.6		13.0	22	27.3	17.2	20.9	100	22	61	11	89	19.1	22.1	1.4				
SEPTIEMBRE	48.5	28.5	2	15.5	20	27.3	17.5	21.6				88	19.5	22.6	0.6	0.4	8	2	
OCTUBRE	84.6					28.4	17.2	21.2				90	19.4	22.8	0.6	0.4	22	2	
NOVIEMBRE	46.9		15.0	7	26.2	16.7	21.5				89	19.5	22.8	1.0	0.5	12	3		
DICIEMBRE	77.9				29.1	18.1	23.9				88	21.7	26.1	1.5	1.0	28	3		
VALOR ANUAL	1197.1				29.8	17.8	23.8				85	21.2	25.4	137.8					

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO														Vel. Mayor Observada (m/s)	Nro OBS	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)					
	Suma	Máxima en		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro	Observada											
	Mensual	24hrs													(m/s)	%	(m/s)				%	(m/s)	%	(m/s)	%
ENERO	166.8		5	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	6.5	2	4.2	73	4.5	17	4.6	5	2	93	9.0	S	84.9	
FEBRERO	126.3		6	0.0	0	4.0	1	0.0	0	4.0	1	3.2	6	2.9	41	3.0	19	2.9	20	12	84	6.0	W	63.6	
MARZO	186.6		6	2.0	1	0.0	0	3.2	5	3.9	8	4.0	1	2.9	43	2.3	14	3.2	18	10	93	8.0	SE	73.3	
ABRIL	180.4		5	0.0	0	0.0	0	4.0	1	4.0	1	2.7	3	2.5	32	2.6	32	2.6	8	22	90	6.0	SW	72.5	
MAYO	140.8		5	0.0	0	0.0	0	4.0	1	0.0	0	4.8	5	2.9	48	3.1	27	2.0	1	17	93	7.0	SW		
JUNIO	111.5	5.9	29	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	4.5	4	3.0	37	2.7	49	0.0	0	10	90	6.0	W	84.9	
JULIO	91.3		7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.5	48	2.6	31	2.0	2	18	93	6.0	W	84.6			
AGOSTO			7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	6.0	1	2.8	56	3.2	19	0.0	0	24	93	6.0	W	83.7	
SEPTIEMBRE	90.5		7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	4.0	2	3.1	46	3.5	12	6.0	1	39	90	8.0	SW	82.5	
OCTUBRE	101.2		6																						88.6
NOVIEMBRE			6	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	3.3	54	2.2	20	5.3	3	22	90	8.0	NW	87.3	
DICIEMBRE	199.2		6	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	3.0	2	2.2	59	2.4	8	3.3	3	28	93	4.0	SW	90.4	
VALOR ANUAL			6																						

FUENTE: Anuario meteorológico INAMHI

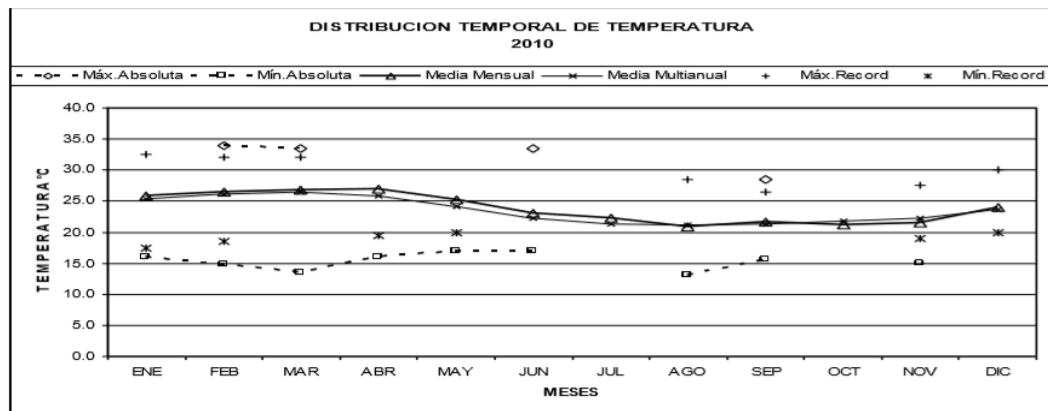
### 1.6.1 TEMPERATURA

Para analizar el clima de la zona se tomaron datos del anuario meteorológico emitido por el INAMHI.

### 1.6.2 TEMPERATURA DEL AIRE

La zona en análisis tiene una temperatura media anual de 26,13°C, con tendencia a disminuir muy poco en la época seca. Se puede apreciar en el gráfico un descenso brusco de la temperatura en los meses de julio hasta noviembre.

Ilustración 3: Distribución temporal de temperatura

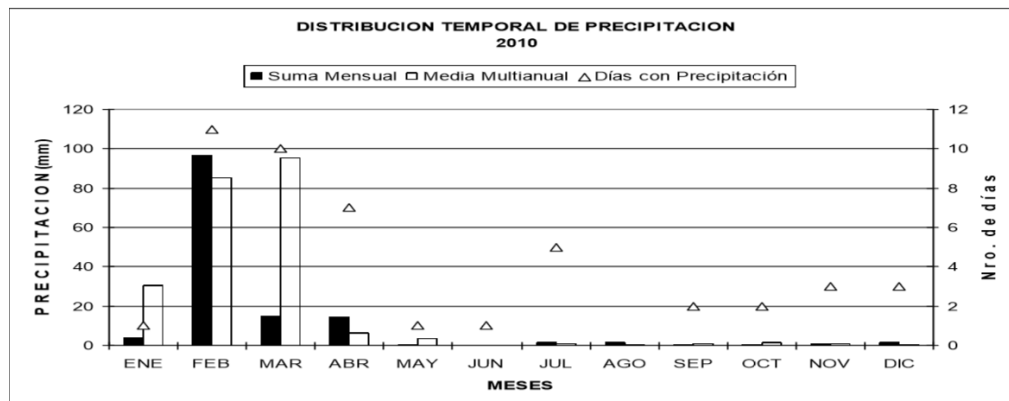


FUENTE: Anuario meteorológico INAMHI

### 1.6.3 PRECIPITACIÓN

En el área de estudio, la pluviosidad promedio anual es igual a 1058,23 mm. La zona presentó una temporada lluviosa entre los meses de enero a marzo y una temporada seca entre los meses de mayo a diciembre. Lo cual podemos apreciar en el gráfico las dos estaciones marcadas.

Ilustración 4: Distribución temporal de precipitación



FUENTE: Anuario meteorológico INAMHI

### 1.6.4 HELIOFANÍA

Según los datos obtenidos del anuario del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), la cantidad de horas de brillo solar tiene un

promedio anual de 1221,98 horas de brillo. Los valores máximos se dan entre los meses de junio y septiembre, (época seca) y el menor en el mes de febrero (época lluviosa).

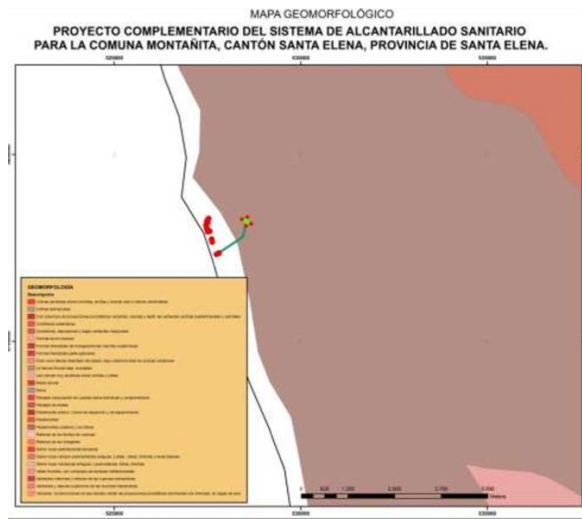
### **1.6.5 GEOMORFOLOGÍA**

Montañita presenta una serie de colinas que salen de una planicie erosionada y disectada por un sistema hidrográfico poco activo que ha sido formado por la meteorización. Las colinas se extienden ampliamente en la región.

Los terrenos son redondeados y con laderas de pendientes bajas en terrenos constituidos por rocas relativamente blandas o cubiertas por potentes suelos residuales.

Los tablazos marinos corresponden a la llanura ubicada entre la línea de costa y las estribaciones septentrionales de las colinas. Se caracterizan por tener relieves suaves y ondulados de muy bajas pendientes; el drenaje no tiene una orientación o diseño preferencial. Esto sugiere la presencia de materiales poco consolidados.

**Ilustración 5: Mapa geomorfológico de la comuna Montañita**



FUENTE: Estudio De Impacto Ambiental Expost Del Proyecto Complementario Del Sistema De Alcantarillado Sanitario Para La Comuna Montañita Cantón Santa Elena, Provincia De Santa Elena.

### 1.6.5.1 SUELOS

El suelo resulta de la descomposición de las rocas por los cambios bruscos de temperatura, erosión y de los seres vivos, ocupando un espacio.

El suelo del área de estudio se caracteriza morfológicamente por uno o varios horizontes genéticos, lo cual permite el desarrollo de diversas especies de vegetales.

La caracterización de los suelos del área de estudio, se realizó en base a la información descrita por la USDA Soil Taxonomy, 1975.

### 1.6.6 TIPOS DE SUELO

Conforme a la clasificación de los suelos en función de las pendientes, la zona se encuentra en una zona poco montañosa, existiendo una mayor presencia de mesetas y colinas.

El área de estudio de acuerdo a la clasificación de suelos de la Soil Taxonomy de la USDA, pertenece al orden Entisol, que se caracteriza por no demostrar ningún desarrollo definido de perfiles. Un Entisol no tiene horizontes diagnósticos, y la mayoría es básicamente su material parental compuesto, blando; rico en materia orgánica, espesa y oscura. Estos suelos suelen ser de zonas con climas templados a cálidos.

Los Entisoles tienen uno o más de las siguientes características:

- Condiciones acuícolas y materiales sulfurosos dentro de 50 cm de la superficie del suelo mineral.
- Saturación permanente con agua y un menor matriz en todos los horizontes inferiores a 25 cm del suelo mineral superficie.
- En una capa encima de un contacto dénsico, lítico o paralítico o en una capa a una profundidad entre 40 y 50 cm por debajo del superficie del suelo mineral, lo que sea menos profundo.

## 1.7 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO DEL ESTERO

Tabla 2: Caracterización del suelo

pH	Salinidad	Alcalinidad	MO
8.32	3.10 %	125 mg CO <sub>3</sub> Ca/l	1.46%

Fuente: Elaborado por los autores (Laboratorio Centro de Servicio para la Acuicultura)

## 1.8 ASPECTOS BIÓTICOS

### 1.8.1 METODOLOGÍA

Para la recolección de información para realizar la línea base se utilizó la técnica descrita por The Nature Conservancy (TNC) y sus socios conocida como: La Evaluación Ecológica Rápida (EER), conocido en inglés como Rapid Ecological Assessment (REA) la cual permite adquirir, analizar y manejar información ecológica de una manera eficiente y eficaz en un corto lapso de tiempo y a bajo costo (Metodología de Sobrevilla & Bath, detallada en: Muchoney et al. 1994; Sayre et al. 2000).

Esta metodología establece los siguientes pasos:

- Validar la información existente de estudios preliminares realizados en la zona.
- Completar, generar y sistematizar la información existente de flora y fauna.
- Determinación de los sitios de verificación y caracterización de la vegetación a través de estratificación, conjuntamente con la ubicación de los sitios de monitoreo de fauna evidenciando directamente (5).

De lo directamente observado en el sector se puede apreciar una intervención del sector donde la flora y fauna existente es muy escasa y asociada a vegetación ornamental propia de los procesos de acondicionamiento de vías y desarrollo urbano. (VER ANEXO 3)

## 1.9 FLORA

La vegetación de la zona es repetitiva por el alto grado de intervención, cabe recalcar que las especies halladas se han mantenido como parte del paisaje de toda la zona turística (ver Anexo 4).

## 1.10 FAUNA

### 1.10.1 AVES

Tabla 3: Especies de aves encontradas en la zona de estudio

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<b>Cuculidae</b>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero
<b>Tyrannidae</b>	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Pecho amarillo
<b>Hirundinidae</b>	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina
<b>Icteridae</b>	<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo
<b>Icteridae</b>	<i>Dives warszewiczi</i>	Matorralero
<b>Tyrannidae</b>	<i>Myiobuteo ornatus</i>	Mosquerito
<b>Emberezidae</b>	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negro azulado
<b>Thraupidae</b>	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero ventri amarillo

FUENTE: Estudio De Impacto Ambiental Expost Del Proyecto Complementario Del Sistema De Alcantarillado Sanitario Para La Comuna Montañita Cantón Santa Elena, Provincia De Santa Elena



### 1.10.2 MAMÍFEROS

Tabla 4: Especies de mamíferos encontrados en la zona de estudio

Familia	Nombre científico	Nombre común
<b>Didephydae</b>	<i>Didelphismarsupialis</i>	Raposa de cola pelada
<b>Muridae</b>	<i>Mus musculus</i>	Ratón común
<b>Muridae</b>	<i>Rattusrattus</i>	Rata negra común

FUENTE: Estudio De Impacto Ambiental Expost Del Proyecto Complementario Del Sistema De Alcantarillado Sanitario Para La Comuna Montañita Cantón Santa Elena, Provincia De Santa Elena

### 1.10.3 REPTILES Y ANFIBIOS

Tabla 5: Especies de reptiles encontrados en el área de estudio

Familia	Nombre científico	Nombre común
<b>Bunonidae</b>	<i>Rhinellasp.</i>	Sapo verrugoso
<b>Hylidae</b>	<i>Scinaxquinquefasciatus</i>	Rana pintada
<b>Iguanidae</b>	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde
<b>Gekkonidae</b>	<i>Gonatodessp</i>	Lagartija

FUENTE: Estudio De Impacto Ambiental Expost Del Proyecto Complementario Del Sistema De Alcantarillado Sanitario Para La Comuna Montañita Cantón Santa Elena, Provincia De Santa Elena

## 1.11 CARACTERIZACION DEL CUERPO DE AGUA

Las aguas residuales recogidas en comunidades o municipios deben ser conducidas a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno. Se hace por tanto necesario conocer los contaminantes presentes en estas aguas con el fin de aplicar un tratamiento adecuado que evite la degradación y contaminación de los cauces.

Los Parámetros Principales físicos y químicos que son necesario conocer de las aguas estuarinas, a efectos de la contaminación del recurso son los siguientes:

- pH
- Temperatura
- Color
- Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)
- Demanda Química de oxígeno (DQO)
- Coliformes Totales y Fecales
- Sólidos en suspensión y sólidos sedimentables
- Concentración de tóxicos metálicos
- Nitrógeno
- Fósforo
- Amoniacos
- Cloruros
- Magnesio

Nosotros para el estudio nos vamos a guiar con los valores de DBO, DQO, pH, temperatura, Coliformes Totales y Fecales.

### **1.12 PARÁMETROS FÍSICOS**

Las aguas del estero Chicharrón se caracterizan por tener una elevada turbiedad producto de la eutrofización del sistema, con un alto contenido de sólidos suspendidos y disueltos.

### 1.12.1 PARÁMETROS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

Tabla 6: Caracterización del agua

Temperatura	Salinidad	OD	Altura	Coliformes totales	Coliformes fecales	pH
23.7°C	98.50%	8.39mg/l	7.63 mg/Hg	2.0X10 <sup>1</sup> NMP/100m l	2.0x10 <sup>1</sup> NMP/100m l	7.9 7
24.2°C	165.90%	13.98mg/l t	7.63mg/Hg			
24.3°C	131.90%	11.05mg/l t	7.63mg/Hg			

FUENTE: Elaborado por los Autores (Centro de Servicios para la Acuicultura)

### 1.13 EFECTOS DE CONTAMINACIÓN EN CUERPOS DE AGUA

#### REPRESADOS

La urbanización o desarrollo urbano y la deforestación pueden dramáticamente alterar el ciclo del agua, aumentando el volumen de las aguas de escorrentía y reduciendo la infiltración, en ocasiones hasta cero. Esto puede alterar las características físicas y químicas del cuerpo de agua receptor

Los factores provenientes de origen antrópico son clasificados en puntuales y no puntuales. Las puntuales se caracterizan en descargas únicas, en las que los contaminantes se vuelcan desde un área geográfica aislada. Las no puntuales involucran fuentes de contaminación difusas como el drenaje urbano, la explotación del suelo, de los rellenos sanitarios, y pueden causar contaminación de acuíferos.

**Tabla 7: Contaminantes puntuales del estero Chicharrón**

Fuentes puntuales de contaminación en los esteros de Montañita	Descargas de efluentes domésticos.
	Descargas de efluentes industriales.
	Operaciones con residuos peligrosos.
	Descargas provenientes de actividades mineras.
	Derrames y descargas accidentales.

FUENTE: Ministerio del Ambiente del Ecuador, situación del estero Chicharrón

Dentro de las características del suelo se encuentra la porosidad y la habilidad de filtrar percolación o infiltración dichas características varía con la profundidad, el contenido de materia orgánica y minerales, la textura y la estructura. La erosión y la compactación reducen la capacidad del suelo para filtrar los contaminantes.

#### **1.14 EUTROFIZACIÓN**

La Eutrofización es un proceso que presentan algunos sistemas acuáticos dado por el aumento de fosforo y nitrógeno y se manifiesta en una intensa acumulación y proliferación de microalgas y plantas superiores. Los cuerpos represados generalmente son ambientes que sufren de envejecimiento o colmatación. Estos sistemas reciben el aporte de ríos o cuencas, los cuales se van sedimentando con el paso del tiempo, reduciendo el espacio de agua. Esta transformación lenta es denominada Eutrofización natural (Lampertt&Sommer, 1997).

En los últimos años, la intensa actividad humana, aumento poblacional y diversas prácticas turísticas, ha generado y acelerado procesos de eutrofización, convirtiéndolo en un proceso más serio y extendida a sistemas acuáticos presentes en la comuna de Montañita, como se constató con el Río Montañita que poco a poco fue perdiendo su cauce quedando como se lo puede apreciar en la actualidad.

## **1.15 PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN**

### **1.15.1 DEGRADACIÓN QUÍMICA**

La degradación química es un proceso que modifica las propiedades químicas del suelo. Esta modificación degradativa implica una alteración en la concentración de determinantes componentes químicos del suelo. Esta modificación puede producirse por la presencia de sustancias extrañas a los componentes habituales del suelo, o por una modificación en la concentración de las mismas cuando éstas son habituales.

El primer caso suele deberse a la adición de sustancias extrañas al suelo, lo que constituye un caso claro de contaminación, observación que se encuentra presente en el estero debido a la acumulación de desecho sólidos que están presentes alrededor del estero, en mayor proporción al costado de la carretera. En el segundo caso las modificaciones se deberían al uso normal del suelo. Generalmente las dos situaciones que provocan una degradación por el uso del suelo son la salinización y la pérdida de materia orgánica.

### **1.15.2 BIODEGRADACIÓN**

La biodegradación consiste en una disolución química de los materiales por bacterias u otros medios biológicos. Esta biodegradación puede ser aeróbicamente o anaeróbicamente.

La materia biodegradable como es la materia vegetal, animal y otras sustancias procedentes de organismos vivos o materiales artificiales que son bastante similares a la materia vegetal y animal es bioasimilada por microorganismos que tienen un origen natural gracias a la diversidad microbiana catabólica para degradar, transformar o acumular una gran variedad de compuestos.

Hay que tener especial cuidado en los factores que ayudan a la biodegradación como son: luz, agua y oxígeno al igual que la temperatura ya que también es un factor importante en la determinación de la tasa de biodegradación. Esto se debe a que los microorganismos tienden a reproducirse más rápidamente en condiciones más cálidas. La Biodegradación también se puede medir por los microbios anaerobios y la cantidad de metano que son capaces de producir. Razón por la cual, este procedimiento puede ser aplicados para la regeneración de ambientes estuarinos.

## **1.16 PRINCIPIOS DE BIORREMEDIACIÓN**

El impacto del crecimiento poblacional y el económico, han incrementado significativamente la sequía y contaminación de los cuerpos de agua no solo en el área de estudio sino a nivel regional y/o mundial; y unas de las alternativas para revertir el proceso de contaminación sea cual fuese la causa, es la biorremediación.

### **1.16.1 DEFINICIÓN DE BIORREMEDIACIÓN**

Según la EPA, la biorremediación es un " tratamiento que utiliza organismos de origen natural para descomponer sustancias peligrosas en sustancias tóxicas menos tóxicas o no".

De acuerdo a este concepto podemos decir que la biorremediación consiste en el uso de microorganismos tales como: enzimas, levaduras, hongos o bacterias, con el propósito de descomponer sustancias toxicas o contaminantes. Dichos microorganismos se alimentan de sustancias orgánicas de las cuales obtienen nutrientes y energía, por lo que la biorremediación resulta ser una técnica menos agresiva para la naturaleza ya que es 100% natural y de más bajo costo que las otras técnicas de remediación.

La utilización de los microorganismos en los procesos ambientales se viene dando desde finales de 1950 y comienzos de 1960, se comenzaron a utilizar principalmente para la limpieza de aguas residuales. La biorremediación se desarrolló entre las décadas de los 80 y 90, se ha aplicado exitosamente en suelos contaminados cuando las condiciones de biodegradación son óptimas, aunque el tiempo que requiere para completar el proceso de limpieza es mayor que otras técnicas (Osorio,2003).

El tratamiento biológico tiene un alto grado de efectividad en remediar a un bajo costo de operación, la factibilidad de tratamiento in situ y ex situ lo hace

la opción más usada para tratar áreas contaminadas. Dichos procesos se pueden dar en dos condiciones: aerobias o anaerobias aunque hay microorganismos facultativos, es decir que pueden sobrevivir sin o con la presencia del oxígeno.

La biorremediación es un tanto complicada, debida a que usa un catalizador o enzima, que es provista por los microorganismos para catalizar la destrucción de un compuesto peligroso específico. Los compuestos químicos peligrosos puedan ser o no el sustrato. Las principales reacciones son de oxidación-reducción (REDOX), que son necesarias para la generación de energía para los microorganismos. Da esta forma, para tener una Biorremediación exitosa, al proceso debe ser controlado con la presencia de fuentes de energía disponible y un sistema donador-aceptor de electrones y nutrientes.

Esto quiere decir que para lograr una biorremediación adecuada, se requiere primero establecer las condiciones ambientales y luego controlar esas condiciones.

La biorremediación implica una compleja interacción entre la mezcla de poblaciones microbianas. La velocidad de crecimiento y la utilización de sustratos es, con frecuencia, superior en cultivos mixtos enriquecidos que en un cultivo puro aislado de la mezcla. En una mezcla de poblaciones microbianas no sólo son importantes aquellos organismos que puedan iniciar procesos catabólicos, sino también los consumidores secundarios, es decir, los organismos que utilizan los compuestos intermedios procedentes de la transformación del sustrato original.



## **1.16.2 MECANISMOS DE BIORREMEDIACIÓN**

La Biorremediación dependiendo las necesidades y características del problema en ambientes acuáticos se subdivide en varias metodologías (Velasco y Volke, 2002).

### **1.16.2.1 BIOAIREACIÓN.**

Consiste en estimular la biodegradación natural de los contaminantes de forma pasiva estimulando la actividad microbiana a través de gases, como el metano y oxígeno. Esta alternativa se utiliza principalmente para tratar suelos orgánicos semivolátiles o no volátiles.

### **1.16.2.2 BIOESTIMULACIÓN.**

Esta estrategia radica en adicionar soluciones acuosas que contengan nutrientes como el nitrógeno y fósforo para mejorar la biodegradación de contaminantes orgánicos o para la inmovilización de los inorgánicos. Se aplica en suelos contaminados con pesticidas y se ha comprobado buenos resultados con desechos de municiones.

### **1.16.3 FITOREMEDIACIÓN.**

La fitoremediación es una técnica en la cual se utilizan especies vegetales para la eliminación, degradación o contención de contaminantes en suelos, sedimentos y aguas. Esta definición afecta a todas las plantas que, con procesos químicos, biológicos y físicos ayudan a la biorecuperación de sustratos contaminados (Cunningham y Berti, 1993).

### **1.16.3.1 BIOAUMENTACIÓN.**

Esta técnica se aplica cuando los microorganismos de la microflora son insuficientes para degradar los contaminantes y cuando se requiere el tratamiento inmediato del sitio contaminado, consiste en la adición de una alta concentración de microorganismos vivos capaces de degradar los

contaminantes. Se ha usado para tratar suelos contaminados con insecticidas, herbicidas y con desechos con altas concentraciones de metales.

#### **1.16.4 FACTORES QUE DETERMINAN LA EFICACIA DE LA BIORREMEDIACIÓN**

##### Propiedades del contaminante

Es decir de acuerdo a las características de biodegradabilidad de la sustancia contaminante; por ejemplo, los hidrocarburos lineales se degradan más rápido que los hidrocarburos ramificados que es una molécula más resistente a la biodegradación.

##### Presencia de comunidades microbianas adecuadas

Cuando diseñamos el tratamiento a seguir hay que estudiar qué es lo mejor para lograr el resultado esperado, ya que podemos utilizar microorganismos autóctonos o añadidos al sistema para mejorar la degradación.

##### Naturaleza del medio contaminado

Esta puede afectar al crecimiento microbiano y por ende a los exudados provenientes de estos los cuales ayudan a la remediación del medio.

#### **1.16.5 FUNDAMENTO BIOQUÍMICO DE LA BIORREMEDIACIÓN**

El proceso de biodegradación da inicio cuando los microorganismos transforman los contaminantes mediante reacciones químicas, los compuestos pueden ser orgánicos o inorgánicos y los procesos comprenden las reacciones de oxidación y reducción, absorción, intercambio de iones y reacciones de quelación.

El agua en los procesos de Biorremediación es uno de los factores importante, aunque los microorganismos obtienen los nutrientes de las soluciones, se requieren condiciones mínimas de humedad, un exceso de humedad provocaría la disminución de la concentración de oxígeno en el suelo inhibiendo así el crecimiento de los microorganismos con la aparición de zonas anaerobias, el rango de humedad para recuperar suelos está entre 150 y 250 gramos de agua por kilo de terreno seco (Eweis,1999).

Algunas veces los microorganismos no pueden estar en contacto con los contaminantes porque muchos no son solubles en agua concentrándose en las partículas sólidas.

Hay varios aceptores electrones que se pueden emplear para promover la respiración microbiana, pero sigue siendo el oxígeno el más usado en terrenos no saturados.

#### **1.16.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA BIORREMEDIACIÓN**

Las ventajas en la aplicación de la Biorremediación sobre otras técnicas radican en que el proceso se adapta fácilmente al medio y el suelo puede ser reutilizado, los microorganismos mueren una vez finalizados el proceso y es 100% natural lo que resulta muy conveniente.

Uno de los puntos negativos en los procesos de Biorremediación es la dificultad de aplicar el tratamiento en suelos arcillosos por su poca capacidad de permeabilidad, también el tiempo de acción es largo dependiendo del tipo de contaminante.

## 1.17 LEGISLACIÓN APLICABLE

### 1.17.1 Constitución Política del Ecuador

Título II Derechos, Capítulo Segundo Derechos del Buen Vivir.

Sección Segunda Ambiente Sano:

*Art. 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, sumakkawsay.*

*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.*

Capítulo Séptimo Derechos de la Naturaleza

*Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.*

*Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.*

*El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.*

Título VII Régimen del Buen Vivir, Capítulo Segundo Biodiversidad y Recursos Naturales,

Sección Primera Naturaleza y Ambiente

*Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:*

1. *El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.*
2. *Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.*

*Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.*

*La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.*

### **1.17.2 Texto Unificado de la Legislación Secundaria Ambiental**

Expedido mediante el Decreto Ejecutivo 3399, en el Registro Oficial No. 725 del 16 de diciembre del 2002.

#### *LIBRO IV, DE LA CALIDAD AMBIENTAL*

**Art. 24.-** establece lo siguiente: “El estudio de impacto ambiental se realizará bajo responsabilidad del promotor y conforme al artículo 17 de este Título y las regulaciones específicas del correspondiente sub-sistema de evaluación de impactos ambientales sectorial o seccional acreditado”. Adicionalmente este documento que tiene el carácter de reglamento, contiene una compilación de una serie de normas técnicas ambientales que deben ser

observadas por quienes desarrollan actividades potencialmente contaminantes en el Ecuador. Según el capítulo II, artículo 19 sobre la Evaluación del Impacto Ambiental y del Control Ambiental, las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que pueden causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental.

- Anexo 4 (TULAS): establece los límites permisibles del contaminante criterio y contaminantes no convencionales del aire ambiente, así como los métodos y procedimientos para la determinación de los contaminantes en el aire ambiente.
- Anexo 6 (TULAS): establece las normas de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final, determinando:
  - De las responsabilidades en el manejo de desechos sólidos
  - De las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos
  - Normas generales para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos.
  - Normas generales para el almacenamiento de desechos sólidos no peligrosos.
  - Normas generales para la entrega de desechos sólidos no peligrosos.

- Normas generales para el barrido y limpieza de vías y áreas públicas.
- Normas generales para la recolección y transporte de los desechos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para la transferencia de los desechos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el tratamiento de los desechos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el saneamiento de los botaderos de desechos sólidos.
- Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno manual.
- Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado.
- Normas generales para la recuperación de desechos sólidos no peligrosos.

## **CAPÍTULO 2**

### **2 MATERIALES Y MÉTODOS**

En este capítulo se describen los procedimientos de muestreo de aguas naturales y residuales para la realización de análisis físico-químicos.

#### **2.1 METODOLOGÍA DE CAMPO**

Generalidades

##### **2.1.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS IN SITU.**

La toma de muestras debe garantizar la representatividad de las características y concentraciones del cuerpo de agua analizado. Esto implica una preparación previa en cuanto a la selección de los puntos de muestreo, material apropiado para su recolección, rótulos, y demás insumos que son necesarios para garantizar una muestra lo más representativa posible, que conserve las características originales.



### **2.1.2 MUESTRAS PUNTUALES.**

Se recolectó directamente en los frascos asignados adecuados. Antes de ser llenados, los frascos fueron enjuagados por lo menos tres veces con la muestra.

### **2.1.3 CONSERVACIÓN Y ALMACENAJE.**

Inmediatamente recolectadas, las muestras se almacenaron según lo establecido para cada parámetro. Para las que requerían refrigeración, se emplearon hieleras. (6)

## **2.2 POTENCIAL DE HIDROGENO pH**

El pH es un parámetro que mide la concentración de iones hidronio presentes en el agua. El pH es uno de los criterios utilizados para medir la calidad de agua en cuerpos de agua estuarinos, debido a que es un factor crítico en el medio al existir especies que requieren de condiciones estables para sobrevivir.

Los valores de Ph dentro de un estuario es un indicador del grado de descomposición y remineralización de los compuestos orgánicos a nutrientes inorgánicos usados por el fitoplancton, además que en los estuarios el Ph del agua puede ser alterado por factores antropogénicos como las descargas químicas de las comunidades asentadas a sus alrededores.

## **2.3 CONDUCTIVIDAD – SALINIDAD**

La conductividad es la medida de la capacidad que tiene una solución acuosa para transportar corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones disueltos, sus concentraciones absolutas y relativas, su movilidad y su valencia y de la temperatura y la viscosidad de la solución. La salinidad que es adimensional, se concibió inicialmente como la determinación de la masa de sales disueltas en una masa dada de solución.

## **2.4 TEMPERATURA**

La temperatura es un parámetro físico que afecta mediciones de otros como pH, alcalinidad o conductividad. Las temperaturas elevadas resultantes de descargas de agua caliente, pueden tener un impacto ecológico significativo por lo que la medición de la temperatura del cuerpo receptor, resulta útil para evaluar los efectos sobre este.

## **2.5 OXÍGENO DISUELTO**

Muchos autores señalan que la cantidad de oxígeno disuelto es una de las principales características para definir la salud del ecosistema (APHA, 1995). El oxígeno disuelto es vital para la mayoría de los organismos que viven en el agua.

El oxígeno se mide en partes por millón (ppm) o su equivalente en miligramos por litro (mg/l) y esto puede hacerse con un oxímetro o fijando una muestra de agua para su posterior determinación (Chapman y Kimstach, 1992).

## **2.6 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una medida de cuanto oxígeno es agotado en la degradación bioquímica de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios, es decir es una medida de la concentración de materia orgánica e inorgánica degradable o transformada biológicamente (16).

Este método es utilizado para determinar la contaminación en cuerpos de aguas. Cuando los niveles de la DBO son altos, los niveles de oxígeno disueltos serán bajos (Chapman y Kimstach, 1992; APHA, 1995; Bain, 1999).

## **2.7 DQO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO**

La demanda química de oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua, que son oxidables en condiciones operatorias definidas. La medida corresponde a una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, ya sea su origen orgánico o inorgánico (17).

La determinación de DQO debe realizarse rápidamente después de la toma de muestras, para evitar la oxidación natural.

### **2.7.1 PRINCIPIO DEL PROCESO**

En condiciones definidas, ciertas materias contenidas en el agua se oxidan con un exceso de dicromato potásico, en medio ácido y en presencia de sulfato de plata y de sulfato de mercurio. El exceso de dicromato potásico se valora con sulfato de hierro y amonio (16).

## **2.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

El análisis microbiológico de las aguas residuales comprende, como determinaciones básicas, los microorganismos totales, coliformes totales y coliformes fecales.

La determinación de microorganismos intestinales como indicadores de contaminación en cuerpo de aguas, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de agua de importancia humana (GOEZ, 1999).

## **2.9 MODELO DE ENSAYO**

La presente investigación científica se basó en la búsqueda de la dosificación del producto y sus catalizadores.

### 2.9.1 METODOLOGÍA

Se construyó 3 peceras de 25X25X25cm de vidrio claro, previamente se recolectó lodo y agua del estero de diversos puntos (estas muestras fueron recogidos del Estero Montañita, presente en la comuna Montañita). Estos materiales fueron llevados al lugar donde se iba a realizar el bioensayo, se procedió a colocar lodo en las 3peceras llenándolas 5cm de su altura de los 25cm que tienen, inmediatamente se añadió agua del mismo estero hasta completar una altura de 23cm. Se estableció una pecera como testigo.

El producto se aplicó cada siete días. Cuando bajaba el nivel de agua producto de la evaporación se igualaba el nivel con agua proveniente del mismo estero.

Una vez terminado el bioensayo, se procedió a calcular el área de las peceras en centímetro cúbicos para luego sacar la relación cm a Ha y finalmente aplicar “in situ” la dosificación correcta de cada uno de los productos. Para diferenciar o comprobar el éxito del proyecto al finalizar el mismo se realizó análisis físicos químicos del agua.

**Tabla 8: Dosificación del bioensayo**

<b>Factor</b>	<b>Material</b>	<b>Dosis</b>	<b>Cantidad</b>
B	Si + Microorganismos	Gr/cm/semana	0.02
C	Extracto Enzimático + Microorganismos	Gr/cm/semana	0.02
D	Testigo absoluto	Gr/cm/semana	0.02

FUENTE: Elaborado por los autores

## CAPÍTULO 3

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 pH

Tabla 9: Resultado de pH

INICIAL	FINAL
7.97	6.93

FUENTE: Elaborado por los autores.

Según los resultados del análisis se puede apreciar que al inicio del proyecto el agua del estero se encontraba en una condición alcalina la cual mejoró con la aplicación hasta quedar prácticamente neutro.

#### 3.2 MATERIA ORGÁNICA

Tabla 10: Resultado de Materia Orgánica

INICIAL	FINAL
%	%
5.93	1.46

FUENTE: Elaborado por los autores

Como podemos apreciar el contenido de materia orgánica disminuyó al finalizar el ciclo del bioensayo. Si se reduce la presencia de MO colateralmente se reducirá la formación y emanación de gases tóxicos lo que contribuirá a repoblar los suelos y columna de agua de la biodiversidad nativa.

### 3.3 COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Tabla 11: Resultados Coliforme totales y fecales

	<b>INICIAL</b> <b>NMP/100ml</b>	<b>FINAL</b> <b>NMP/100ml</b>
<b>Totales</b>	$2.0 \cdot 10^1$	Ausencia
<b>Fecales</b>	$2.0 \cdot 10^1$	ausencia

FUENTE: Elaborado por los autores.

Podemos observar que al finalizar el bioensayo se dio una ausencia de microorganismos patógenos.

### 3.4 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO

Tabla 12: Resultados finales de DBO, DQO

<b>DBO</b> <b>MgO<sub>2</sub>l</b>	20.5 mg O <sub>2</sub> /l
<b>DQO</b> <b>MgO<sub>2</sub>l</b>	126.8 mg O <sub>2</sub> /l

FUENTE: Elaborado por los autores.

Al concluir el bioensayo se obtuvo un valor de DBO igual a 20.5 mg O<sub>2</sub>/l con lo que podemos concluir que de acuerdo a la escala de clasificación de la calidad de agua, con base en la demanda bioquímica de oxígeno, está dentro de las condiciones aceptables, tal como dice la tabla: con indicio de

contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.

El valor de DQO es de 126.8 mg O<sub>2</sub>/l que de acuerdo a la escala de clasificación de la calidad de agua con base en la demanda química de oxígeno nos dice que hay contaminación presente es decir son aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.

### 3.5 RESULTADOS DE LA FASE IN SITU

Tabla 13: Resultados de la fase in situ

PARAMETROS	CSA AUTORES	CSA AUTORES
	Valores Iniciales	Valores Finales
pH	7,97	8,34
DBO mgO <sub>2</sub> /l	44,7	20,5
DQO mgO <sub>2</sub> /l	320,5	126,8
COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	2,0*10 <sup>2</sup>	1,30*10 <sup>2</sup>
COLIFORMES FECALES NMP/100 ml	2,0*10 <sup>2</sup>	1,30*10 <sup>2</sup>

FUENTE: Elaborado por los autores

Los resultados analizados en base a los datos obtenidos en campo de coliformes fecales y totales se encuentran dentro del rango permisible de acuerdo al capítulo VI del TULAS.

### **3.6 PROTOCOLO A SEGUIR PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS HIDROMÓRFICOS**

Una vez terminada la fase del bioensayo, basados en la información generada se pudo realizar el siguiente protocolo para la remediación de aguas estuarinas.

### **3.7 PROCEDIMIENTO**

#### **3.7.1 DESINFECCIÓN DEL MEDIO**

Debido a la eutrofización y descarga de aguas residuales ricas en nutrientes a un ritmo tal que no puede ser compensado por su eliminación definitiva por mineralización del sistema del Estero Montañita, se han incrementado las bacterias del medio, lo cual conlleva a problemas de consumo de oxígeno, desplazamiento de bacterias benéficas nativas, disminución de fitoplancton y cambios en la calidad de agua y suelo (parámetros físico-químicos y biológicos).

Como primer punto se bajarán las altas cargas bacterianas con la finalidad de reducir los problemas acarreados por los excesos de materia orgánica sin descomponer, esto se logra con productos biocidas.

Estos productos tienen las siguientes características o ventajas:

- Su potencial bactericida es relativamente independiente del pH entre 4 y 10.
- Es mejor que el cloro para el tratamiento de esporas.
- Requiere poco tiempo de contacto.
- Tiene buena solubilidad.
- No produce corrosión en altas concentraciones.
- No reacciona con amoníaco o sales de amonio.
- Mejora la coagulación.



- Remueve Fe y Mn mejor que el cloro.

### **3.7.2 ACONDICIONAMIENTO DEL MEDIO**

### **3.7.3 DESBLOQUEAR NUTRIENTES**

En sistemas eutróficos como el del estero Montañita, los nutrientes se encuentran “bloqueados” debido a alta saturación y desequilibrio del pH en que se encuentran.

Quincenalmente se regularan las condiciones del medio con aplicación de silica activa con la finalidad de que los nutrientes bloqueados sean liberados al sistema para ser aprovechados de manera eficiente por el fitoplancton y la biota bacteriana benéfica del agua y suelo.

### **3.7.4 BLOQUEAR METALES PESADOS**

El tratamiento permitirá que metales pesados, como plomo, níquel y cadmio que están en estado tóxico, pasan a ser liberados lentamente en el sistema trófico, evitando su acumulación en el suelo.

### **3.7.5 REGULACIÓN DEL PH.**

Cumplidos los pasos anteriores, el sistema eutrófico que anteriormente tenía un pH menor se equilibra, permitiendo la repoblación de la biota.

### **3.7.6 PRODUCCIÓN DE DIATOMEAS: PRODUCCIÓN DE OXÍGENO**

Aplicar fertilizaciones dirigidas (Oligoelementos – Silica Biogénica); lo que permitirá incrementar la población del primer nivel trófico phytoplankton (diatomeas). Las cuales están consideradas en el ecosistema acuático como indispensables en la producción de oxígeno.

El silicio permitirá una división celular rápida y eficiente de las diatomeas.

### **3.7.7 MEJORAR LA RELACIÓN C:N:P**

La mejor eficiencia en el tratamiento biológico de aguas (reducción de DBO) se da cuando tenemos las proporciones apropiadas de carbono, nitrógeno y fósforo. Mientras más alejados estemos de este equilibrio, más lenta e incompleta será la degradación biológica, pero esto no significa que no se lleve a cabo. Para buscar este equilibrio se trabajará con Ácidos Carboxílicos.

Es una fórmula que actúa directamente sobre la materia orgánica y sedimentos transformándolos en suelo biodisponible incrementando su capacidad de intercambio catiónico y recuperando su equilibrio biológico.

### **3.7.8 COLONIZACIÓN DE BACTERIAS BENÉFICAS**

Una vez que hemos acondicionado el ecosistema para un proceso de bioremediación, se procederá a inocular microorganismos eficientes nativos, los cuales han sido previamente identificados y multiplicados.

Estos microorganismos se encargarán de digerir la MO y reducir los metabolitos tóxicos de naturaleza nitrogenada como nitritos, amoníaco y amonio tóxico.

Estas bacterias tienen las ventajas de:

- Degradan la materia orgánica a través de exoenzimas.
- Absorben eficientemente la materia orgánica presente.
- Absorben el amonio y nitritos disueltos en el agua.
- Reducen las bacterias deletéreas a través de competencia por nutrientes y metabolitos activos.

## **CAPÍTULO 4**

### **4 DISCUSIÓN**

Para la presente discusión, se emplearon los resultados suministrados por el Grupo Químico Marcos, los que a su vez se contrastaron con los resultados obtenidos de la aplicación in situ.

Los resultados del laboratorio GQM (Grupo Químico Marcos) indicaron que están por encima de los límites máximos permitidos de descarga de aguas hacia un cuerpo marino. Además se puede indicar que, el mal estado del sistema estuarino, la estación climática y posiblemente un proceso de acumulación de sustrato dentro de los cuerpos de agua estuarino, puede derivar a la generación de una capa mínima para la proliferación de bacterias fotosintéticas, que obligan a dichos organismos a proliferar en lugares cercanos donde la disponibilidad de sustratos sea similar a la del sitio primario de multiplicación.

Una vez comparado los análisis efectuados por el GQM y los del presente estudio en fechas diferentes, podemos decir que la notoria diferencia evidenciada en el mes de Enero entre los coliformes presentes en el cuerpo estuarino se deba a los cambios atmosféricos en especial a la presencia de precipitación, la misma que haya podido generar un desplazamiento de las especies producto del rebose de los cuerpos lagunares hacia el estuario.

También podemos indicar que la materia orgánica no está siendo degradada como corresponde a estos sistemas de tratamiento de aguas residuales, debido al poco tiempo que pasa en el sistema, por lo cual los niveles de coliformes (bacterias patógenas que pueden generar problemas estomacales al ser ingeridas por el ser humano), son próximos a los límites máximos.

## 5 CONCLUSIONES

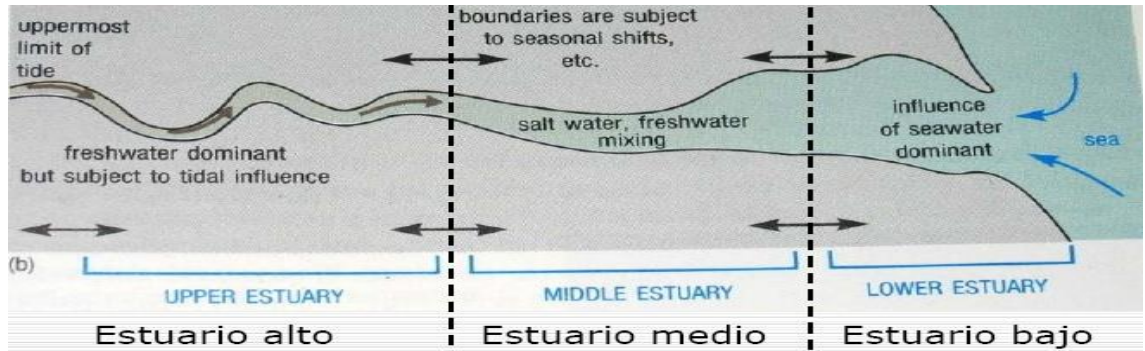
- Se diseñó el protocolo de remediación de aguas estuarinas utilizando los fundamentos teóricos revisados en el presente documento. Sin embargo cabe mencionar, que durante la fase de investigación hubo algunos elementos como metales pesados o sólidos suspendidos que no se abarcaron, las cuales pudieron facilitar aún más el proceso de dicha investigación. A pesar de esto la contribución del presente documento son las variables a considerar antes de emplear cualquier producto para biorremediación, ya sea en cuerpo de agua o en sustrato, los pasos descritos en el protocolo deben ser seguidos en la secuencia planteada para hacer de estos productos mas eficaces y eficientes en su aplicación.
- Durante este proyecto se pudo constatar que el oxígeno disuelto es el elemento más importante e indicador principal para la supervivencia de la vida de animales, plantas y bacterias; siendo uno de los indicadores de cuán contaminada está el agua y el sedimento.
- Se determinó a través de los resultados obtenidos en los análisis la capacidad de remediación que poseen los productos, aunque estos resultados no podemos declararlos como definitivos ni concluyentes; al no emplear ningún método estadístico durante el ejercicio de la presente tesis.

## 6 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que este protocolo sea evaluado en nuevos proyectos que dispongan de más tiempo para su aplicación in situ., con una particular consideración a la estación climática al momento de realizar procesos de remediación; ya que este, es un factor importante al momento de cumplir los objetivos trazados.
- Es necesario que se tome muy en serio el papel de la temperatura ya que esta afecta la solubilidad de sustratos presentes en el ambiente acuático y de sustratos de origen exógeno.
- Debemos tener claro que los sistemas biológicos necesitan cierto tiempo para desarrollarse y ser estimuladas mediante las condiciones adecuadas para su buen funcionamiento; por lo tanto, no debemos caer en el engaño de pensar que la remediación se logra de la noche a la mañana y debe ser un programa en el cual la etapa de seguimiento tiene que ser constante para obtener los resultados deseados.
- Realizar campañas de educación ambiental orientadas a la comunidad sobre Manejo de desechos sólidos, enfocándose en la correcta clasificación de desechos utilizando los principios de Reciclaje para así promover el cuidado al medio ambiente, específicamente en la descarga de residuos a cuerpos de agua.

## **7 ANEXOS**

Anexo 1: Partes de un estuario



FUENTE: Windows to the Universe (Ventanas al Universo), en <http://www.windows.ucar.edu/> de University Corporation for Atmospheric Research (UCAR). ©1995-1999, 2000 Los Regentes de la Universidad de Michigan; ©2000-02

Anexo 2: Área de estudio



FUENTE: Autores

Anexo 3: Flora y Fauna presentes en el área de estudio



FUENTE: Autores



**Anexo 4: Flora presente en el área de estudio**



FUENTE: Autores

**Anexo 5: Pecera utilizadas en bioensayo**

FUENTE: Autores

**Anexo 6: Llenado del sedimento en las peceras**

FUENTE: Autores

**Anexo 7: Llenado de las peceras con agua proveniente del estero**



FUENTE: Autores

**Anexo 8: Segunda semana del tratamiento**

FUENTE: Autores

**Anexo 9: Última semana de tratamiento**

FUENTE: Autores

## Anexo 10: Informe de análisis línea base

www.espol.edu.ec

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DEL LITORAL**  
*"Impulsando la Sociedad del Conocimiento"*

**INFORME DE ANALISIS IA-289-2013**

**1. Información general**

SOLICITUD DE ANALISIS	UD - 289 - 2013		
FECHA DEL INFORME	18 de septiembre de 2013		
<b>Datos del Cliente</b>			
NOMBRE DEL CLIENTE	Galo Guillén Campoverde y Alan Muñoz Carriel		
NOMBRE DE LA EMPRESA			
DIRECCIÓN	Circunvalación Sur 1016 y Jiguas		
TELEFONO	0984189810		
<b>Datos de la muestra/ensayo</b>			
TIPO DE MUESTRA	Agua y Suelo		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO			
FECHA DE MUESTREO			
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	9 de septiembre de 2013	Hora:	14h32
FECHA DE ENSAYO	Inicio	10-sep-2013	Fin: 18-sep-2013
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	22°C	Humedad (%) 55%HR

**2. Resultados**

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO CSSA	pH	SALINIDAD
AGUA - Estero Chicharrón Parroquia Montañita Provincia Santa Elena Toma de muestra 08-09-2013 12h00	CSSA-1124-2013	7,97	22
UNIDAD		----	‰
METODO USADO		Potenciómetro	Refractómetro

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO CSSA	pH	*SALINIDAD
SUELO - Estero Chicharrón Parroquia Montañita Provincia Santa Elena Toma de muestra 08-09-2013 12h00	CSSA-1125-2013	8,32	3,10
UNIDAD		----	‰
METODO USADO		Potenciómetro	2510 D


Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo V.", Km. 30.5 Vía Perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 09-01-5863  
Fis: (593-4) 2854629 • Teléfonos: 2269209 - 2850341 - 2851084 - 2854402 - 2854360 - 2854378 - 2854408 - 2854501  
Campus "Las Peñas" Malecón 100 y Loja • Fis: (593-4) 2338283 • Teléfonos: 2330491 - 2330271  
Quito: Av. 8 de Diciembre N33-55 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (593-2) 2521408 - 2561199 - 2225150 - 2527986 - 2550618

F-PG5.10-02 Rev 01 Página 1 de 2

FUENTE: Autores

## Anexo 11: Informe análisis línea base

www.espol.edu.ec

 **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
"Impulsando la Sociedad del Conocimiento"

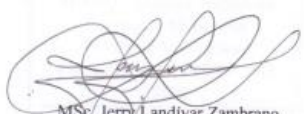
**INFORME DE ANALISIS IA-289-2013**

**1. Información general**

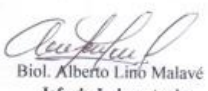
SOLICITUD DE ANALISIS	UD-289-2013		
FECHA DEL INFORME	20 de Septiembre de 2013		
Datos del Cliente			
NOMBRE DEL CLIENTE	Galo Guillen Campoverde		
NOMBRE DE LA EMPRESA			
DIRECCIÓN	Circunvalación Sur 1016 y Jiguanas		
TELEFONO	0984189810		
Datos de la muestra/ensayo			
TIPO DE MUESTRA	Agua de estero		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO			
FECHA DE MUESTREO			
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	9 de Septiembre de 2013	Hora:	14h32
FECHA DE ENSAYO	Inicio: 10-sep-2013	Fin:	19-sep-2013
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23° C	Humedad (%):	50% HR

**2. Resultados**

CODIGO CLIENTE	CODIGO CSSA	Coliforme Totales NMP/100 ml	Coliforme Fecales NMP/100 ml
AGUA - Estero Chicharrón Parroquia Montañita Provincia Santa Elena Toma de muestra 08-09-2013 12h00	CSSA-1124-2013	2,0*10 <sup>1</sup>	2,0*10 <sup>1</sup>
METODO USADO		Método Estándar	



MSc. Jerry Landivar Zambrano  
Director del Laboratorio



Biol. Alberto Lino Malavé  
Jefe de Laboratorio

*Notas: 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.  
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.*

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo V.", Km. 30.5 Vía Perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia • Casilla: 09-01-3863  
Fax: (593-4) 2854629 • Teléfonos: 2269269 - 2850341 - 2851094 - 2854482 - 2854560 - 2854518 - 2854486 - 2854501  
Campus "Las Peñas" Malecón 100 y Laja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2530491 - 2530271  
Quito: Av. 6 de Diciembre N33-55 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (593-2) 2521408 - 2561199 - 2233150 - 2527986 - 2550618


15.10-02 Rev 01 Página 1 de 1

FUENTE: Autores



## Anexo 12: Informe análisis al finalizar bioensayo

www.espol.edu.ec

 **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
"Impulsando la Sociedad del Conocimiento"

**INFORME DE ANALISIS IA-016-2014**

**1. Información general**

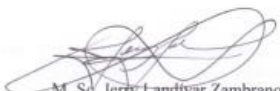
SOLICITUD DE ANALISIS	UD - 016 - 2014		
FECHA DEL INFORME	27 de enero de 2014		
<b>Datos del Cliente</b>			
NOMBRE DEL CLIENTE	Alan Muñoz Carriel		
NOMBRE DE LA EMPRESA			
DIRECCIÓN	Alboradas X Etapa Mz 416 Villa 20		
TELEFONO	098092810		
<b>Datos de la muestra/ensayo</b>			
TIPO DE MUESTRA	Agua y Sedimento		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO			
FECHA DE MUESTREO			
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	20 de enero de 2014	Hora:	11h48
FECHA DE ENSAYO	Inicio	20-ene-2014	Fin: 27-ene-2014
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	23°C	Humedad (%) 60%HR

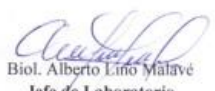
**2. Resultados**

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO CSSA	pH	*DBO <sub>5</sub>	*DQO
AGUA - Estero Chicharrón Parroquia Montañita Provincia Santa Elena	CSSA-0050-2014	6,93	20,5	126,8
UNIDAD		----	mg O <sub>2</sub> /l	mg O <sub>2</sub> /l
METODO USADO		Potenciometro	5210 B	Colorimétrico

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO CSSA	* MATERIA ORGANICA M.O.	pH
SUELO - Estero Chicharrón Parroquia Montañita Provincia Santa Elena	CSSA-0051-2014	5,93	8,29
UNIDAD		%	----
METODO USADO		Pérdida de Ignición	Potenciometro

**Observaciones:**  
\* Ensayo subcontratos

  
M. Sr. Jerry Landívar Zambrano  
Director de Laboratorio

  
Biol. Alberto Lino Malavé  
Jefe de Laboratorio




**Notas:** 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.  
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo V.", Km. 30,3 Vía Perimetral, contiguo a la Cilla. Santa Cecilia • Casilla: 09-01-5863  
Fon: (593-4) 2854629 • Teléfonos: 2269209 - 2851341 - 2851094 - 2854482 - 2854560 - 2854518 - 2854486 - 2854501  
Campus "Las Peñas" Malecón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2530491 - 2530271  
Quito: Av. 6 de Diciembre N31-55 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Telefax: (593-2) 2521408 - 2561199 - 2215130 - 2527986 - 2530618

F-PGS.10-02 Rev 01 Página 1 de 1

FUENTE: Autores

## Anexo 13: Informe análisis al finalizar bioensayo

 <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> <i>"Impulsando la Sociedad del Conocimiento"</i>			
<b>INFORME DE ANALISIS IA-016-2014</b>			
<b>1. Información general</b>			
SOLICITUD DE ANALISIS	UD-016-2014		
FECHA DEL INFORME	27 de Enero de 2014		
<b>Datos del Cliente</b>			
NOMBRE DEL CLIENTE	Alan Muñoz Carriel		
NOMBRE DE LA EMPRESA			
DIRECCIÓN	Alborada X Etapa Mz 416 Villa 20		
TELEFONO	0980926810		
<b>Datos de la muestra/ensayo</b>			
TIPO DE MUESTRA	Agua		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO			
FECHA DE MUESTREO			
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	20 de Enero de 2014	Hora:	11h48
FECHA DE ENSAYO	Inicio 21-ene-2014	Fin:	24-ene-2014
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C) 23° C	Humedad (%)	50% HR
METODO USADO	Método Estandar		
<b>2. Resultados</b>			
CODIGO CLIENTE	CODIGO CSSA	Coliforme Totales NMP/100 ml	
Estero Chicharrón Parroquia Montañita Península Santa Elena	CSSA-0050-2014	Ausencia	
 <b>MSc. Jerry Landivar Zambrano</b> <b>Director del Laboratorio</b>		 <b>Biol. Alberto Lino Malavé</b> <b>Jefe de Laboratorio</b>	
<p><i>Notas:</i> 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.  2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.</p>			
<small>Guayaquil: Campos "Gustavo Galindo Y.", Km. 30.5 Vía Perimetral, contiguo a la Ciba. Santa Cecilia • Castilla: 09-01-5863  Fax: (593-4) 2854029 • Teléfonos: 2269209 - 2850341 - 2851094 - 2854482 - 2854560 - 2854318 - 2854486 - 2853501  Campus "Las Peñas" Malvín 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfono: 2330491 - 2330273  Quito: Av. 6 de Diciembre 833-35 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Castilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (593-2) 2521408 - 2561199 - 2213150 - 2527986 - 2550618</small>			
F-PG5.10-02 Rev 01		Página 1 de 1	

FUENTE: Autores

## Anexo 14: Informe análisis luego de la aplicación in situ

www.espol.edu.ec

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DEL LITORAL**  
"Impulsando la Sociedad del Conocimiento"


**INFORME DE ANALISIS IA-095-2014**

**1. Información general**

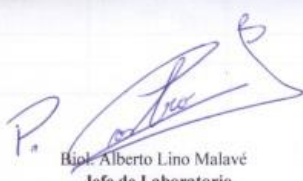
SOLICITUD DE ANALISIS	UD-095-2014		
FECHA DEL INFORME	9 de abril de 2014		
<b>Datos del Cliente</b>			
NOMBRE DEL CLIENTE	Alan Muñoz Carriel		
NOMBRE DE LA EMPRESA			
DIRECCIÓN	Alborada X Etapa Mz 416 Villa 20		
TELEFONO	098092810		
<b>Datos de la muestra/ensayo</b>			
TIPO DE MUESTRA	Agua		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO			
FECHA DE MUESTREO			
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	3 de abril de 2014	Hora:	14h34
FECHA DE ENSAYO	Inicio 4-abr-2014	Fin:	9-abr-2014
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C) 23° C	Humedad (%)	50% HR

**2. Resultados**

CODIGO CLIENTE	CODIGO CSSA	Coliforme Totales NMP/100 ml	Coliforme Fecales NMP/100 ml
Línea Base AGUA del Estero Chicharón	CSSA-0357-2014	1,30*10 <sup>2</sup>	1,30*10 <sup>2</sup>
<b>METODO USADO</b>		Método Estándar	



MSc. Jerry Landívar Zambrano  
Director del Laboratorio



Biol. Alberto Lino Malavé  
Jefe de Laboratorio

**Notas:** 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.  
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo V.", Km. 30,5 Vía Perimetral, contiguo a la Cñta. Santa Cecilia • Celular: 09-01-5863  
Fax: (593-4) 2854629 • Teléfono: 2269269 - 2850341 - 2851004 - 2854482 - 2854560 - 2854518 - 2854406 - 2854501  
Campus "Las Peñas" Malecón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2530491 - 2530271  
Quito: Av. 6 de Diciembre 333-55 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Casilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (593-2) 2521408 - 2561199 - 2233130 - 2527986 - 2530618

F-PG5.10-02 Rev 01 Página 1 de 1

FUENTE: Autores

## Anexo 15: Informe de análisis luego de aplicar los productos in situ

[www.espol.edu.ec](http://www.espol.edu.ec)

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DEL LITORAL**  
"Impulsando la Sociedad del Conocimiento"

**INFORME DE ANALISIS IA-095-2014**

**1. Información general**

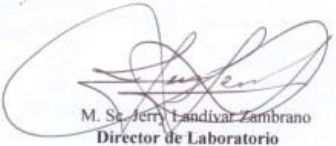
SOLICITUD DE ANALISIS	UD - 095 - 2014		
FECHA DEL INFORME	9 de abril de 2014		
<b>Datos del Cliente</b>			
NOMBRE DEL CLIENTE	Alan Muñoz Carriel		
NOMBRE DE LA EMPRESA			
DIRECCIÓN	Alboradas X Etapa Mz 416 Villa 20		
TELEFONO	098092810		
<b>Datos de la muestra/ensayo</b>			
TIPO DE MUESTRA	Agua		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO			
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	3 de abril de 2014	Hora:	14h34
FECHA DE ENSAYO	Inicio	3-abr-2014	Fin: 9-abr-2014
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	23°C	Humedad (%) 58%HR


**2. Resultados**

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO CSSA	*DBO <sub>5</sub>	*DQO
Línea Base AGUA del Estero Chicharrón	CSSA-0357-2014	44,7	320,5
UNIDAD		mg O <sub>2</sub> /l	mg O <sub>2</sub> /l
METODO USADO		5210 B	5220 C

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO CSSA	SALINIDAD	pH
Línea Base AGUA del Estero Chicharrón	CSSA-0357-2014	45	8,34
UNIDAD		‰	---
METODO USADO		Refractometro	Potenciómetro

Observaciones:  
\* Ensayo subcontratos

  
 M. Sr. Jerry Landivar Zambrano  
 Director de Laboratorio

  
 Biol. Alberto Lino Malavé  
 Jefe de Laboratorio

**Notas:** 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.  
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Guayaquil: Campus "Gustavo Gullido V.", Km. 30.5 Vía Perimetral, confluencia a la Cofa. Santa Cecilia • Cañilla: 09-01-5883  
Fax: (593-4) 2854629 • Teléfonos: 2209269 - 2850341 - 2851094 - 2854482 - 2854500 - 2854518 - 2854486 - 2854301  
Campus "Las Peñas" Malacón 100 y Loja • Fax: (593-4) 2530283 • Teléfonos: 2530491 - 2530271  
Quito: Av. 6 de Diciembre N33-53 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Cañilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (593-2) 2521408 - 2561199 - 2235150 - 2527986 - 2530618

F-PG5.10-02 Rev 01 Página: 1 de 1

FUENTE: Autores

## 8 BIBLIOGRAFÍA

1. Compilación sobre peculiaridades de los ambientes costeros mexicanos. Castañeda Lopez, Segura Aguilar, 2011
2. USEPA National Estuary Program, 2004
3. Estuarios: Definición y generalidades: Carolina Rodríguez López, área de Hidráulica, Escuela de Ingeniería de Antioquia.
4. <http://www.andes.info.ec/es/regionales/ministerio-ambiente-investiga-sobre-desfogue-aguas-estero-mar-sin-contar-autorizacion>
5. Framework for Assessing, Monitoring and Evaluating the environment in refugee-related operations; Module III Rapid Environmental Assessment; unhcr
6. Organización Mundial de la Salud. 1989. Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Ginebra: OMS. (Serie de informestécnicos 778)
7. APHA, AWWA, WEF, "Standar Methods for the examination of water & waste
8. Water, 21st Edition, Centennial Edition, Washintong D.C, 2005.
9. Madigan M; Martinko J (editors). (2005). Brock Biology of Microorganisms, 11th ed., Prentice Hall.
10. MONSERRATE, Maggi; MEDINA, José; "Estudio de Condiciones Físicas, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de Dos

Sectores del Estero Salado con Diferente Desarrollo Urbano” Tesis de grado, Ecuador, ESPOL.

11. AGRAZ, Claudia; NORIEGA, Rodolfo; 2006, “Identificación de los Manglares en México”. Universidad Autónoma de Campeche, 45p
12. AMMOUR; TURRIALBA; 1999, Manejo Productivo de Manglares en América Central, CATIE.
13. Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.
14. Q, A. Boderó. (1995), & Robadue, D. J. (s.f.). Recuperado el 26 de 09 de 2014, de [http://www.crc.uri.edu/download/8YearsSpanish\\_7\\_Manglares.pdf](http://www.crc.uri.edu/download/8YearsSpanish_7_Manglares.pdf)
15. Cintron, G. and Schaeffer-Novelli, Y. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología UNESCO para América Latina y el Caribe. ROSTLAC. Montevideo. 109 p
16. Ingeniería de Tratamiento de Aguas Residuales Caracterización de aguas residuales por DBO y DQO recuperado de <http://www.oocities.org/edrochac/residuales/dboydqo2.pdf>
17. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES POR DBO Y DQO
18. SAWYER, C.; McCARTY, P. Chemistry for Environmental Engineering. McGraw Hill, New York, 1996.
19. Arcos, M., Ávila, S., Estupiñán, M., Gómez, Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Recuperado de [http://www.unicolmayor.edu.co/invest\\_nova/NOVA/ARTREVIS2\\_4.pdf](http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf)
20. Becerril Bravo, J. E. (2009), Contaminantes emergentes en el agua, Revista Digital Universitaria, Volumen 10 Número 8 • ISSN: 1067-6079

21. Nueva constitución 2008 recuperado en [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolillo.pdf)
22. American Water Works Association, (2002), Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua comunitaria, 5ta edición, Impreso en España.
23. Barrenechea M., (2004), Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida, Manual I: Teoría, Lima - Perú: Centro de Documentación Ambiental CDAM.
24. Castro de Esparza M., (1997), Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua, CEPIS, Lima – Perú.
25. Chang J., (2003), Calidad del Agua, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador.
26. Plan Nacional del Buen Vivir, (2013), Objetivos Nacionales, Constitución del Ecuador.
27. Seoáñez M., (2000), Tratado de gestión del medio ambiente urbano, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid – España.
28. Ingeniería Ambiental , J. Glynn Henry, Gary Heinke, Segunda Edición, 1999, Mexico
29. Biología, Meter Alexander, Ph. D., Mary Jean Bahret, Judith Chaves, Gary Courts, Naomi SkolkyD'Alessio, Prentice Hall
30. Tecnología de remediación de suelos contaminados, Tania Volke Sepúlveda, Juan Antonio Velasco Trejo, Instituto Nacional de Ecología, 2002, México.