

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

PROYECTO DE GRADUACION
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
MAGÍSTER EN CIENCIAS AMBIENTALES

TEMA

“INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTOS EN LA
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÓNICOS DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y
FRAGATAS (REVISICOF), UBICADO EN EL ESTUARIO DEL RIO
CHONE”

Presentada por:

Ing. Gabriela Castillo Macías

Director:

Luis Domínguez Granda, Ph.D

Codirectora:

Paola Calle, Ph.D.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2018

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima Virgen María por ser quienes han estado a mi lado en todo momento enviándome sus bendiciones, energía, salud y la esperanza para continuar luchando día tras día y seguir adelante superando los contratiempos que se me han presentado durante estos años. A mi padre y madre quienes me han brindado el apoyo incondicional, han velado por mi salud, mis estudios, me han guiado por un buen camino.

Gabriela

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios por permitirme finalizar la maestría. A mi familia por siempre estar presente y ser mi apoyo incondicional. A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en especial a la Maestría en Ciencias Ambientales, a sus docentes por sus conocimientos impartidos, durante el tiempo por las aulas universitarias para perfeccionar el perfil profesional y ser capaces de contribuir para la sociedad en general.

También agradezco a mi tutor de tesis, Luis Domínguez Camposano, Ph.D., y cotutora de tesis Paola Calle, Ph.D., por contribuir en mi formación académica, profesional y culminación del proyecto de graduación.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este informe de Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente a mí; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Artículo 12 del Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Ing. Gabriela Castillo Macías

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



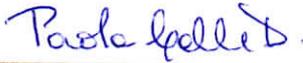
David Matamoros Camposano, Ph.D

PRESIDENTE



Luis Domínguez Granda, Ph.D.

DIRECTOR



Paola Calle Delgado, Ph.D

CODIRECTORA



M. Sc. Héctor Apolo Loayza

VOCAL

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Gabriela Castillo Macías

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue determinar la influencia de la calidad del agua y sedimentos sobre la estructura de la comunidad de macro-invertebrados bentónicos del área protegida REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, por medio de una caracterización de parámetros físico químicos de agua y sedimentos en el estuario e índices biológicos.

Se determinaron variables fisicoquímicas y microbiológicas. Se analizó parámetros de calidad de agua como temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, Conductividad (ms/cm), Salinidad (ppt), Oxígeno Disuelto en porcentaje de saturación, Oxígeno Disuelto (mg/l), TDS (Sólidos Disueltos Totales), (mg/l), Turbiedad (NTU), Amonio mg/l (NH_4^+), Nitritos mg/l (NO_2^-), Fosfatos ($\text{PO}_4\text{-P}$), sólidos totales en suspensión (g/l), sólidos volátiles %, coliformes fecales y totales. Se determinó que los nutrientes (NH_4^+ , $\text{PO}_4\text{-P}$, NO_2) ingresan a un estuarios por varias vías tales como desagües, desechos urbanos e industriales, aportes atmosféricos, excreción de los animales y que se encontraron en concentraciones aceptables en comparación con estudios anteriores, se observó que la legislación ambiental ecuatoriana tiene falencia ya que no dispone de una normativa específica de estuarios, los resultados de %OD en la época seca de las estaciones E1, E22, E27 y E28 fueron menores que 80% el límite permisible permitido y los valores de la estación E 22 fueron menores que 60%.

En la época lluviosa los valores resultados de las estaciones E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E26, E29, E30, son menores que 80% el límite permisible permitido y los valores resultados de las estaciones E7, E8, E9, E10, E17, E19, E29, E30, son menores que 60%.

Se observo niveles altos y fuera de norma de coliformes fecales y totales, lo que indica una contaminación no solo higiénica (Coliformes Totales) sino también una contaminación cloacal (coliformes Fecales).

En sedimento los metales pesados cromo y plomo se encontraron dentro del límite de interim sediment quality guideline (ISQGs) y probable effect level (PEL) Marino/estuario ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ dw}$) y la normativa ambiental ecuatoriana vigente. El Mercurio se encuentro fuera de los límites de ISQGs Marino/estuario ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ dw}$), en las estaciones E9, E10, E11, E13, E14, E15, E22, E 24, E26. Y el Cobre se encuentra fuera de los límites ISQGs Marino/estuario ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ dw}$), en las estaciones E3, E4, E8, E9, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E26, E28.

Em cuanto a la variedad de especies en las muestras es notoria, hay biodiversidad en un rango normal a bajo. En la época seca, se identificaron un total de 235 individuos. En la época lluviosa se identificaron un total de 183 individuos. Teniendo más abundancia en el sector 1 que el sector 2

A pesar de utilizar todos los grupos taxonómicos, no se pudo ver un resultado para la toma de decisiones, no se pudo definir si la calidad de agua y sedimentos influye sobre la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del área protegida REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, ya que se observó distintas variables, por lo que es necesario implementar un programa constante de monitoreo y mayores estudios incluyendo análisis multivariados. .

INDICE DE CONTENIDOS

Introducción	1-1
Objetivos	1-3
Objetivo General	1-3
Objetivos Específicos.....	1-3
JUSTIFICACIÓN	1-4
1. CAPITULO I	1-1
1.1 ESTUARIOS	1-1
1.1.1 CLASIFICACIÓN Y SU IMPORTANCIA	1-1
1.1.2 MARCO LEGAL ECUATORIANO CON RESPECTO A LOS ESTUARIOS Y ÁREAS PROTEGIDAS.....	1-2
2. CAPITULO II	5
2.1 METOLOGÍA DE MUESTREO	5
2.1.1 ÁREA DE ESTUDIO Y MUESTREO	5
a. Ubicación Geográfica y Superficie	5
2.1.2 COMPONENTES FÍSICOS.....	5
2.1.3 USO DE SUELO	11
2.1.4 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS	12
2.1.5 MUESTREO.....	12
2.1.6 TOMA DE MUESTRAS.....	16
2.1.6.1 BENTOS	16
2.1.6.2 PARAMETROS FÍSICOS.....	16
2.1.6.3 PROFUNDIDAD.....	16
2.1.6.4 CALIDAD DE AGUA.....	16
2.1.6.5 SEDIMENTOS	17
2.1.7 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.....	17
2.1.7.1 BENTOS	17
2.1.7.2 CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS	17
2.1.7.3 ANÁLISIS DE AMONIO, NITRITOS, FOSFATOS	18
2.1.7.4 SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	18
2.1.7.5 SÓLIDOS VOLÁTILES.....	19
2.1.7.6 COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES	19
2.1.7.7 GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS	19

2.1.7.8	MATERIA ORGÁNICA	20
2.1.7.9	CÁLCULOS	20
2.1.7.10	METALES PESADOS	21
2.1.8	ÍNDICES DE DIVERSIDAD.....	22
2.1.9	NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE ECUATORIANA UTILIZADA EN EL PRESENTE ESTUDIO.....	22
2.1.10	NORMATIVA AMBIENTAL INTERNACIONAL CANADIAN ENVIRONMENTAL QUALITY GUIDELINES. CANADIAN SEDIMENT QUALITY GUIDELINES FOR THE PROTECTION OF AQUATIC LIFE.....	25
3. CAPITULO III	28
3.1	RESULTADOS.....	28
3.1.1	PARÁMETROS FÍSICOS- QUÍMICOS E ÍNDICES CON MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS (REVISICOF), UBICADO EN EL ESTUARIO DEL RÍO CHONE.	28
3.1.2	TEMPERATURA.....	28
3.1.3	POTENCIAL DE HIDROGENO.....	29
3.1.4	CONDUCTIVIDAD.....	30
3.1.5	SALINIDAD	30
3.1.6	ÓXIGENO DISUELTO	31
3.1.7	ÓXIGENO DISUELTO (%Sat)	32
3.1.8	TURBIDEZ	36
3.1.9	AMONIO.....	36
3.1.10	NITRITOS	37
3.1.11	FOSFATOS	38
3.1.12	SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	39
3.1.13	SÓLIDOS VOLÁTILES	40
3.1.14	MATERIA ORGÁNICA.....	41
3.1.15	PARÁMETROS COLIFORMES TOTALES	42
3.1.16	COLIFORMES FECALES.....	43
3.1.17	RESULTADOS DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS	49
3.1.18	RESULTADOS DEL PARÁMETRO CROMO EN SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	49
3.1.19	RESULTADOS DEL PARÁMETRO MERCURIO EN SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	50
3.1.20	RESULTADOS DEL PARÁMETRO PLOMO EN SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	54

3.1.21	RESULTADOS DEL PARÁMETRO COBRE EN SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	55
3.1.22	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS.....	57
3.2	ÍNDICES DE DIVERSIDAD	64
4.CAPITULO IV.....	68
4.1	DISCUSIÓN.....	68
5.CAPITULO V.....	90
5.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
	CONCLUSIONES	90
	RECOMENDACIONES.....	91
	ANEXO 3 GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS Y CONTENIDO ORGÁNICO ÉPOCA SECA	101
	ANEXO 5 GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS Y CONTENIDO ORGÁNICO ÉPOCA LLUVIOSA	105

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1	Datos de Temperatura, temperatura, viento velocidad, humedad relativa (INAMHI).
Cuadro 2	Datos sobre el Caudal de la Cuenca del Río Chone.
Cuadro 3	Porcentajes de cobertura vegetal existente en el área de estudio
Cuadro 4	Tabla de mareas
Cuadro 5	Métodos de laboratorios utilizados
Cuadro 6	Simbología de metales pesados
Cuadro 7.	TABLA 2 Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en agua dulce, marina y de estuarios.
Cuadro 8	TABLA 6 Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario*.
Cuadro 9	TABLA 7 Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario*.
Cuadro 10	TABLA 1 Criterios de calidad de suelo
Cuadro 11	Análisis de resultados de Temperatura °C
Cuadro 12	Análisis de resultados de pH
Cuadro 13	Análisis de resultados de conductividad
Cuadro 14	Análisis de resultados de salinidad (ppt)
Cuadro 15	Análisis de resultados de DO (mg/l)
Cuadro 16	Análisis de resultados de DO (%sat)
Cuadro 17	Análisis de resultados de turbidez
Cuadro 18	Análisis de resultados de amonio
Cuadro 19	Análisis de resultados de nitritos
Cuadro 20	Análisis de resultados fosfatos
Cuadro 21	Análisis de resultados de sólidos totales en suspensión
Cuadro 22	Análisis de resultados de sólidos volátiles
Cuadro 23	Análisis de resultados de materia orgánica
Cuadro 24	Análisis de resultados de coliformes totales
Cuadro 25	Análisis de resultados de coliformes fecales
Cuadro 26	Análisis de resultados de cromo
Cuadro 27	Análisis de resultados de mercurio
Cuadro 28	Análisis de resultados de plomo
Cuadro 29	Análisis de resultados de cobre

Cuadro 30	Análisis de resultados de macroinvertebrados
Cuadro 31	Índices de Diversidad Sector 1 Zona del Estuario Externa. Época Seca
Cuadro 32	Índices de Diversidad Sector 2 Zona del Estuario Interna. Época Seca
Cuadro 33	Índices de Diversidad Sector 1 Zona del Estuario externa Época Lluviosa
Cuadro 34	Índices de Diversidad Sector 2 Zona del Estuario interna Época Lluviosa

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1** Mapa de Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Islas Corazón y las Islas Fragatas.
- Figura 2** Caudales diarios (m³/s) Estación Chone en Chone
- Figura 3** Caudales mensuales Estación Chone en Chone.
- Figura 4** Uso de suelo y cobertura vegetal el área de influencia del REVISICOF
- Figura 5** Ubicación de los sitios de muestreo del presente estudio dividido por sectores
- Figura 6** Representación gráfica de datos estadísticos de Temperatura
- Figura 7** Representación gráfica de datos estadísticos de pH
- Figura 8** Representación gráfica de datos estadísticos de conductividad
- Figura 9** Representación gráfica de datos estadísticos de salinidad
- Figura 10** Representación gráfica de datos estadísticos de DO (mg/l)
- Figura 11** Representación gráfica de datos estadísticos de DO (%sat)
- Figura 12** Representación gráfica de datos de DO (%sat) por estación de monitoreo. Época Seca.
- Figura 13.** Representación gráfica de datos de DO(%sat) por estaciones de monitoreo. Época lluviosa.
- Figura 14** Representación gráfica de datos estadísticos de Turbidez
- Figura 15** Representación gráfica de datos estadísticos de amonio
- Figura 16** Representación gráfica de datos estadísticos de nitritos
- Figura 17** Representación gráfica de datos estadísticos de fosfatos
- Figura 18** Representación gráfica de datos estadísticos de sólidos totales en suspensión
- Figura 19** Representación gráfica de datos estadísticos de sólidos volátiles
- Figura 20** Representación gráfica de datos estadísticos de materia orgánica
- Figura 21** Representación gráfica de datos estadísticos de coliformes totales
- Figura 22** Representación gráfica de datos estadísticos de coliformes fecales
- Figura 23** Representación gráfica de datos de coliformes fecales por estaciones de monitoreo.
- Figura 24** Representación gráfica de datos de coliformes totales por estaciones de monitoreo.
- Figura 25** Mapa de ubicación de sitios de muestreo parámetro de coliformes fecales. Época Seca
- Figura 26.** Mapa de ubicación de sitios de muestreo parámetro de coliformes totales. Época Seca.
- Figura 27** Representación gráfica de datos estadísticos de Cromo
- Figura 28** Representación gráfica de datos estadísticos de Mercurio
- Figura 29** Representación gráfica de datos del parámetro Mercurio en sedimentos por estaciones de monitoreo. Época Lluviosa.

- Figura 30** Representación gráfica de datos del parámetro Mercurio en sedimentos por estaciones. Época Seca.
- Figura 31** Representación gráfica de datos estadísticos de plomo
- Figura 32** Representación gráfica de resultados de concentración de Plomo en sedimentos por estaciones de monitoreo.
- Figura 33** Representación gráfica de resultados estadísticos de Cobre
- Figura 34** Representación gráfica de datos del parámetro Cobre en sedimentos por estaciones de monitoreo.
- Figura 35** Número de individuos por estaciones. Sector 1 Época Seca y Época Lluviosa
- Figura 36** Macroinvertebrados por estación. Época Lluviosa. Sector 1.
- Figura 37** Macroinvertebrados por estación. Época Seca. Sector 1
- Figura 38** Número de individuos por estaciones. Sector 2. Época Seca y Lluviosa
- Figura 39** Macroinvertebrados por estación. Época Lluviosa. Sector 2
- Figura 40** Macroinvertebrados por estación. Época Seca. Sector 2

LISTA DE ABREVIATURAS

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno

DQO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral

ISQGs: interim sediment quality guideline.

PEL: probable effect level

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador

mg/l: Miligramo por litro

NTU: Unidad Nefelométrica de Turbidez

NMP/100 ml: Número más probable por cada 100 mililitros

OD: Oxígeno Disuelto

pH: Potencial de Hidrógeno

Pt-Co: Escala Platino-Cobalto

REVISICOF: Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas

TM: Toneladas métricas

µs/cm: Microsiemens por centímetro

Introducción

Este estudio presenta la influencia de la calidad del agua y sedimentos en la estructura de la comunidad de macro-invertebrados bentónicos del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas (REVISICOF), ubicado en el estuario del río Chone, basada en el monitoreo de la calidad de agua, sedimentos y la aplicación de índices bióticos.

Los estuarios son zonas donde se mezcla el flujo de agua dulce y el agua marina, en el cual se presentan características de transición entre dichos ecosistemas, esta variabilidad permite que ocurran cambios en parámetros físicos y químicos de este cuerpo de agua. (Levington 1982).

Los estuarios están expuestos a actividades antropogénicas del área rural y urbana, los cuales llegan a través de fuentes de agua dulce y agua marina.

La evaluación ambiental en estuarios es compleja debido a la simultaneidad y variabilidad temporal de sus componentes e interacciones que se dan causadas por las actividades humanas. (Chapman et al., 2013).

El uso de los macro-invertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de las aguas de los ecosistemas (ríos, estuarios, lagos o humedales) está generalizándose en todo el mundo. Un resumen de esta tradición y de los métodos actualmente utilizados, así como una valoración de sus ventajas y limitaciones se puede encontrar en Bonada et. al. (2006), donde se incluye una visión histórica del tema, y una extensa bibliografía.

En el control de la contaminación, en base a organismo como bioindicadores, existen multitud de metodologías aquellas basadas en el estudio de los macroinvertebrados acuáticos, son mayoritarias. Las comunidades bentónicas juegan un papel importante en el flujo de energía, el ciclo de nutrientes y en la transferencia trófica en estuarios. La infauna es conocida por mejorar la tasa de descomposición de detritos por varios medios directos e indirectos, incluyendo: el incremento de oxígeno en sedimentos por bioturbación que mejora la

descomposición aeróbica; rozamiento con microbios que alteran el grado de envejecimiento de bacterias y movilidad de nutrientes.

Los beneficios del uso de estas herramientas integradoras han sido discutidos también en muchos libros y manuales (e.g. Chapman, 1996; Boon y Howell, 1997), y hoy en día forman parte de la legislación de muchos estados.

La bioevaluación es indispensable para obtener información ecológica y considerar decisiones de una buena gestión con la finalidad de preservar y rehabilitar cuerpos de agua. (R.H. Norris, USA 2009).

Los índices Bióticos mayormente usados son los índices de diversidad siendo indicadores cuestionables en ser viables, las tendencias oportunistas y la resistencia al estrés de la comunidad bentónica afecta su valor como indicadores de contaminación. (Day et al., 2013)

El área de estudio en donde se llevará a cabo la investigación está delimitado al estuario de la reserva, la cual abarca las coordenadas detalladas en el Acuerdo Ministerial N° 178 de noviembre 28 de 2012 – Registro Oficial N° 874, del 18 de enero de 2013, Reformase y ampliase la superficie del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.

Anteriormente el área del estuario del Río Chone que, actualmente, constituye el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, estaba rodeado de bosque de manglar. Las comunidades ribereñas se dedicaban al uso de recursos naturales extraían madera del manglar, carbón, peces.

En los años 60 la mayor parte de este bosque fue talado. Y se empezó actividades de agricultura ciclo corto, actividad acuícola con construcción de camaroneras.

En la década de los 80 el gobierno ecuatoriano con el objetivo de parar la pérdida de este ecosistema emite la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (24 de agosto de 1981) donde categoriza a los manglares como patrimonio forestal del Estado.

En el año 2002 la Isla Corazón pasó a formar parte del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales del Estado (PANE). (Plan de Manejo Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata, MAE, 2014).

Este estudio se enfoca en el estuario del Río Chone, un total aproximado de 30 estaciones de muestreo se ubicaron aleatoriamente en el área de estudio, abarcando toda la extensión del área protegida, REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS y parcialmente la isla del sol, (este tipo de muestreo se caracteriza porque otorga la misma probabilidad de ser elegidos a todos los elementos de la población)., con la finalidad de analizar la variabilidad y transición de los parámetros físicos, químicos y biológicos (macro-invertebrados), relacionándolos con el uso de suelo y actividades antropogénicas.

El presente estudio servirá como información base para la aplicación de nuevas técnicas de muestreo y monitoreo ecológico que puedan ser utilizadas por entidades gubernamentales, privadas y ONGs, así como para la ampliación de nuevos campos de estudios dentro de la comunidad universitaria local e investigadores en general.

Objetivos

Objetivo General

El objetivo general del presente estudio es evaluar temporalmente (2015-2016) la influencia de la calidad del agua y sedimentos sobre la estructura de la comunidad de macro-invertebrados bentónicos del área protegida REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, en base a una caracterización de parámetros físico- químicos y biológicos

Objetivos Específicos

- Determinar las relaciones existentes entre las condiciones ambientales y la estructura de la comunidad de macro-invertebrados en el área de estudio.

- Establecer la variabilidad espacial entre la composición de grupos funcionales, riqueza, y abundancia de macro-invertebrados bentónicos encontrados en el área de estudio.
- Evaluar la contaminación por metales pesados en el ecosistema.

JUSTIFICACIÓN

EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, fue creado con la finalidad de conservar y proteger uno de los últimos remanentes del ecosistema de manglar en la Provincia de Manabí.

El área de estudio en donde se llevará a cabo la investigación se encuentra dentro del estuario Chone, estos ecosistemas tienen una gran importancia en biodiversidad, pero al mismo tiempo son hábitats complicados al estudiarlos. La investigación de las comunidades bentónicas en estos sitios es una herramienta de evaluación de la salud ambiental de estos entornos. (Santos, 2012).

Los manglares son uno de los ecosistemas más productivos e importantes del mundo, FAO, (2007), menciona varios usos que se pueden obtener del manglar como: combustibles, materiales para construcción, pesca, taninos para textiles y pieles, otros productos naturales como: peces, crustáceos, moluscos, aves, mamíferos, reptiles, etc. También proporcionan diversos servicios ambientales como: sumideros de carbono, estabilizan la línea costera, forman barreras contra huracanes y son el hábitat de una variada fauna silvestre, funcionan como filtros biológicos eliminando altas concentraciones de nitrógeno y fósforo, así como productos químicos tóxicos, tienen valor económico como productores de madera y leña y como atractivo turístico y cultural. (Bo Christensen and FAO, 2007).

CAPITULO I

1.1 ESTUARIOS

1.1.1 CLASIFICACIÓN Y SU IMPORTANCIA

Perillo (1995), menciona que un estuario es un cuerpo de agua costero semi-cerrado que se extiende hasta el límite efectivo de la influencia de la marea, dentro del cual el agua salada que entra de una o más conexiones libres con el mar abierto, o cualquier otro cuerpo de agua costero salino, es diluido significativamente con el agua dulce derivado del drenaje terrestre, y puede sustentar especies biológicas eurihalinas durante parte o la totalidad de su ciclo de vida. (Perillo, 1995).

Los estuarios son importantes porque operan como filtros para los compuestos orgánicos e inorgánicos que son transportados por ríos, arroyos y efluente desde sistemas terrestres hacia el mar. (Duarte y Cacador, 2012; Fu et al., 2013).

Las actividades humanas modifican las condiciones de un estuario, entre estos se consideran: la infraestructura, transporte, disposición de desechos peligrosos y no peligrosos, descarga de efluentes, agricultura, acuicultura, entre otros. (Martínez et al., 2007). Por lo tanto, los estuarios ayudan a la transferencia de contaminantes al mar abierto, donde estos elementos son transformados hacia la fracción disuelta o depositados interactuando con la biota. (Lim et al., 2012).

Los estuarios tienen características que están dadas por el grado de mezcla de la fuerza de las mareas y por la cantidad de descarga de agua dulce, los estuarios se clasifican por el modelo hidrodinámico de mezcla (Cameron y Pritchard, 1963).

Tomando como referencia la clasificación por el modelo hidrodinámico de mezcla, los estuarios se consideran de tres tipos: positivo, inverso o negativo y bajo de flujo. (Cameron y Pritchard, 1963).

Los estuarios positivos son aquellos en los que las adiciones de agua dulce de la descarga del río, la fusión de la lluvia y el hielo supera las pérdidas de agua dulce por evaporación o congelación y establece un gradiente de densidad longitudinal.

Los estuarios inversos se encuentran típicamente en regiones áridas donde las pérdidas de agua dulce por la evaporación exceden las adiciones de agua dulce de la precipitación. No hay o es escasa la descarga del río en estos sistemas, el gradiente de densidad longitudinal es opuesto al de los estuarios positivos.

Los estuarios de flujo bajo ocurren en regiones de altas tasas de evaporación, con una pequeña influencia de la descarga del río.

1.1.2 MARCO LEGAL ECUATORIANO CON RESPECTO A LOS ESTUARIOS Y ÁREAS PROTEGIDAS

a) Constitución del Ecuador Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008

En la Constitución se reconoce al Estado como regulador y veedor “de la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.” (Art.- 406).

b) Código Orgánico Ambiental Registro Oficial N° 983, 12 de abril de 2017

Zona marino costera. - El resultado de la combinación e interacciones del ser humano, recursos naturales, flora, fauna y fuerzas de la naturaleza, sobre una unidad geográfica conformada por una franja terrestre y el espacio acuático marino adyacente. La zona costera para efectos de la aplicación espacial, comprende el territorio en el que existan ecosistemas marino costeros. Son parte integrante de la zona costera: manglares, estuarios, deltas, lagunas costeras, humedales costeros, salinas, playas, dunas, acantilados, terrazas marinas, costas rocosas, ensenadas, bahías, golfos, penínsulas, cabos y puntas, entre otras.

Artículo 43.- Del Subsistema Estatal. El subsistema estatal se compone del patrimonio de las áreas protegidas del Estado.

Las áreas protegidas de este subsistema se integrarán a la Estrategia Territorial Nacional. El potencial de sus servicios ambientales será utilizado de manera sostenible para el desarrollo territorial y el bienestar de la población.

La Autoridad Ambiental Nacional analizará la inclusión dentro de su plan de manejo la construcción de infraestructura que sirva para la consecución de los fines del sistema.

Las propiedades privadas cuya titularidad del dominio sea anterior a la declaratoria del área protegida tendrán las limitaciones al derecho de uso, goce y disposición de conformidad con el plan de manejo del área protegida y su zonificación. La Autoridad Ambiental Nacional podrá celebrar con sus propietarios acuerdos de uso y aprovechamiento compatibles con la categoría del área.

Capítulo II. Del Sistema Nacional De Áreas Protegidas Artículo 37.- Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas estará integrado por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado. Su declaratoria, categorización, recategorización, regulación y administración deberán garantizar la conservación, manejo y uso sostenible de la biodiversidad, así como la conectividad funcional de los ecosistemas terrestres, insulares, marinos, marino-costeros y los derechos de la naturaleza.

Las áreas protegidas serán espacios prioritarios de conservación y desarrollo sostenible. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán incorporar las áreas protegidas a sus herramientas de ordenamiento territorial (...).

c) Acuerdo Ministerial 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Edición Especial N° 316. Registro Oficial. Lunes 04 de mayo 2015.

Normas ambientales establecidas en el Acuerdo Ministerial 097 A, y sus anexos, aplicadas en el proyecto en mención se considera:

Anexo 1. Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.

Anexo 2 del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados Tabla 1 Criterios de calidad de suelo.

CAPITULO II

2.1 METOLOGÍA DE MUESTREO

2.1.1 ÁREA DE ESTUDIO Y MUESTREO

a. Ubicación Geográfica y Superficie

El REVISICOF está ubicado en la provincia de Manabí entre los cantones Sucre y San Vicente, sin embargo, también tienen influencia sobre él, la cuenca del río Chone con laderas de los cantones Chone, Bolívar y Tosagua.

El REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, fue creado mediante Acuerdo Ministerial N°133, el 30 de octubre del 2002, con 800 hectáreas de manglar. El 28 de noviembre del 2012, con Acuerdo Ministerial N° 178 se amplía el área de conservación a 2, 811,67 hectáreas.



Figura 1: Mapa de Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Islas Corazón y las Islas Fragatas.

FUENTE: Plan de Manejo Refugio de Vida Silvestre Islas Corazón y Fragata 2014

2.1.2 COMPONENTES FÍSICOS

El estuario está formado de la confluencia del Río Carrizal y el Río Chone. Tiene una longitud de 25 km, el estuario se compone de islas como son Isla Corazón, isla del Sol y de los Pájaros formadas por el depósito de sedimentos sobre llanos de mareas los que actualmente se encuentran con manglares. (Ecobiotec, 2009).

La Geomorfología del Estuario del Río Chone, según el mapa de paisajes del Ecuador (Winckell, 1989), corresponde a la forma fluvio-marinas con manglares y salitrales con suelos aluviales limosos, ahogados y salinos.

En cuanto a los tipos de suelo limo, arcilla y arena son los principales componentes de los suelos que se encuentran dentro del área protegida.

En lo que respecta la hidrología los afluentes principales del estuario del Río Chone son el Río Grande, Río Mosquito, Río Garrapata y Río San Lorenzo.

Para la descripción climatológica se tomaron los datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), datos del 2003 al 2012. A continuación, en el cuadro 1 se presentan los resúmenes de promedios registrados.

El estuario del Río Chone está influenciado por varios factores que involucra el proceso de la sedimentación entre estos se encuentra la caída del caudal del Río Chone causados por la presa Simbocal, el proyecto La esperanza y el proyecto Multipropósito Carrizal-Chone y algunos tapes de tierra que hacían los agricultores aguas arriba, la construcción del puente Los “Caras”, construcción de muros de camaroneras adicional que estás descargan diariamente aguas cargadas de nutrientes y con mayor salinidad dentro del estuario. Así también fenómenos naturales como El Niño de los años 1983 y 1998.

La Velocidad de Sedimentación es variable, realizando una media entre los años 2003 y 2012 de estaciones meteorológicas de la zona de estudio se obtuvo que el año con menor velocidad de sedimentación fue el 2004 con 0.17 mientras que el año con mayor velocidad de sedimentación fue el 2012 con 2.63 de media. (Plan de Manejo REVISCOF, 2014).

<i>Promedios de precipitación y temperatura de análisis de los años 2003 al 2012</i>												
	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abril</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Agos</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Precipitación	117.29mm	288.51mm	207.85mm	134.15mm	48.74mm	15.82mm	8.83mm	5.91mm	4.29mm	5.75mm	8.37mm	43.52mm
Temperatura	26.05°C	26.32°C	26.77°C	26.81°C	25.94°C	25.86°C	24.67°C	24.69°C	24.65°C	24.61°C	24.85°C	25.67°C
Viento Velocidad						2.47 m/s				3.11 m/s	2.97 m/s	3.07 m/s
Humedad relativa		89.6%									84.45 %	

Cuadro 1: Datos de Temperatura, temperatura, viento velocidad, humedad relativa (INAMHI).

Fuente: Plan de Manejo REVISICOF 2014.

La Velocidad de Sedimentación es variable, realizando una media entre los años 2003 y 2012 de estaciones meteorológicas de la zona de estudio se obtuvo que el año con menor velocidad de sedimentación fue el 2004 con 0.17 mientras que el año con mayor velocidad de sedimentación fue el 2012 con 2.63 de media. (Plan de Manejo REVISCOF, 2014).

Los datos sobre el caudal de la cuenca del Río Chone se tomaron de referencia del INAMHI, de la Estación H0235 Chone en Chone, año 2015, a continuación, el detalle:

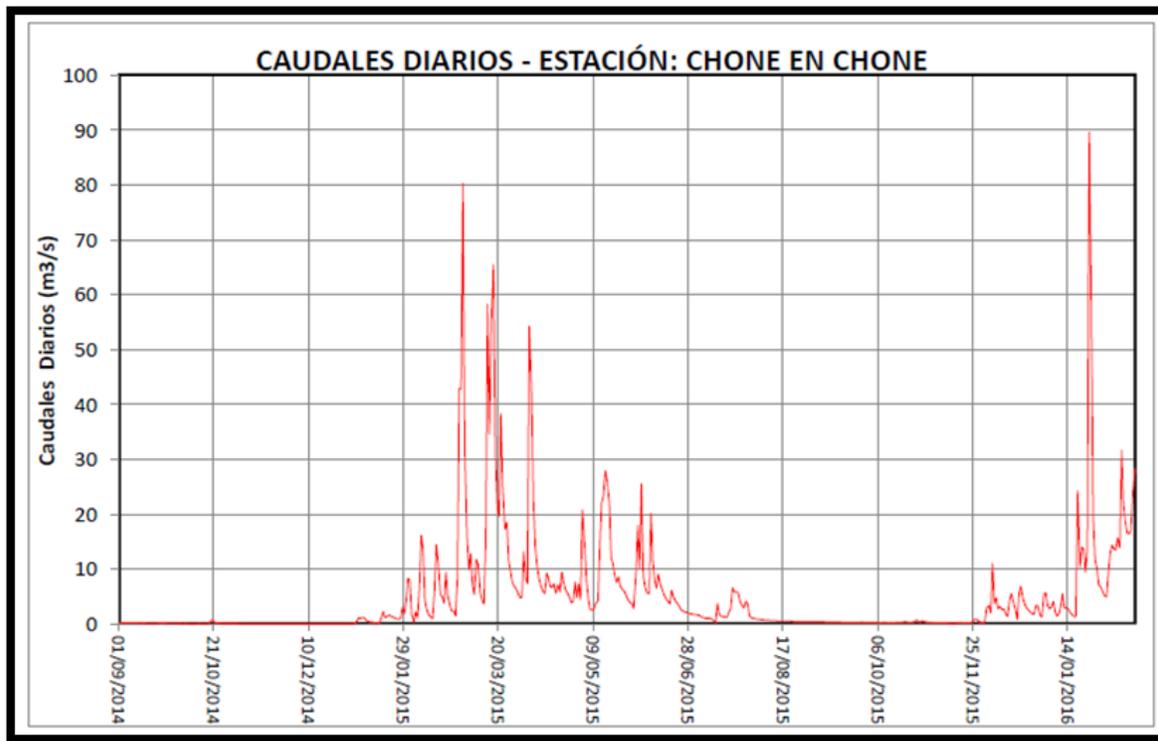


Figura 2.- Caudales diarios (m³/s) Estación Chone en Chone

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI. Pronóstico Hidrológico - Subproceso de Estudios e Investigaciones Hidrológicas.

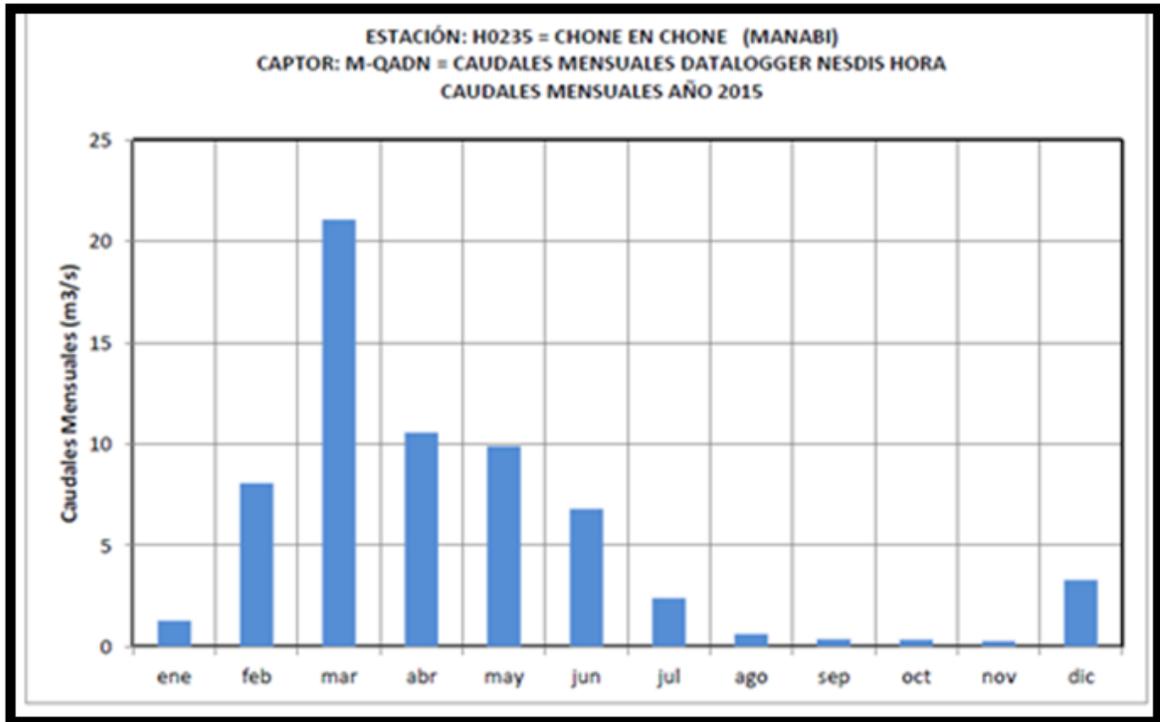


Figura 3.- Caudales mensuales Estación Chone en Chone.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI. Pronóstico Hidrológico - Subproceso de Estudios e Investigaciones Hidrológicas.

Datos sobre el Caudal de la Cuenca del Río Chone (m3/s)												
Med	1.276	8.037	21.06	10.56	9.885	6.793	2.397	0.608	0.361	0.331	0.274	3.3
Mini	0.023	0.395	3.635	3.873	2.543	1.759	0.281	0.456	0.306	0.225	0.098	0.393
Max	8.268	42.93	80.33	54.29	27.94	25.57	6.623	1.014	0.488	0.813	0.98	11.02

Cuadro 2.- Datos sobre el Caudal de la Cuenca del Río Chone.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI. Pronóstico Hidrológico - Subproceso de Estudios e Investigaciones Hidrológicas.

Los datos que se muestran son los mínimos, máximos y media del caudal diario monitoreado mensualmente en el año 2015, por la estación H0235 Chone en Chone, ubicada en el sector El Vergel, manifestando un caudal medio anual de 5.395 m3/s en la Cuenca del Río Chone.

2.1.3 USO DE SUELO

Se encuentra bosque natural, pastos, cultivos varios en la zona de influencia directa del área protegida.

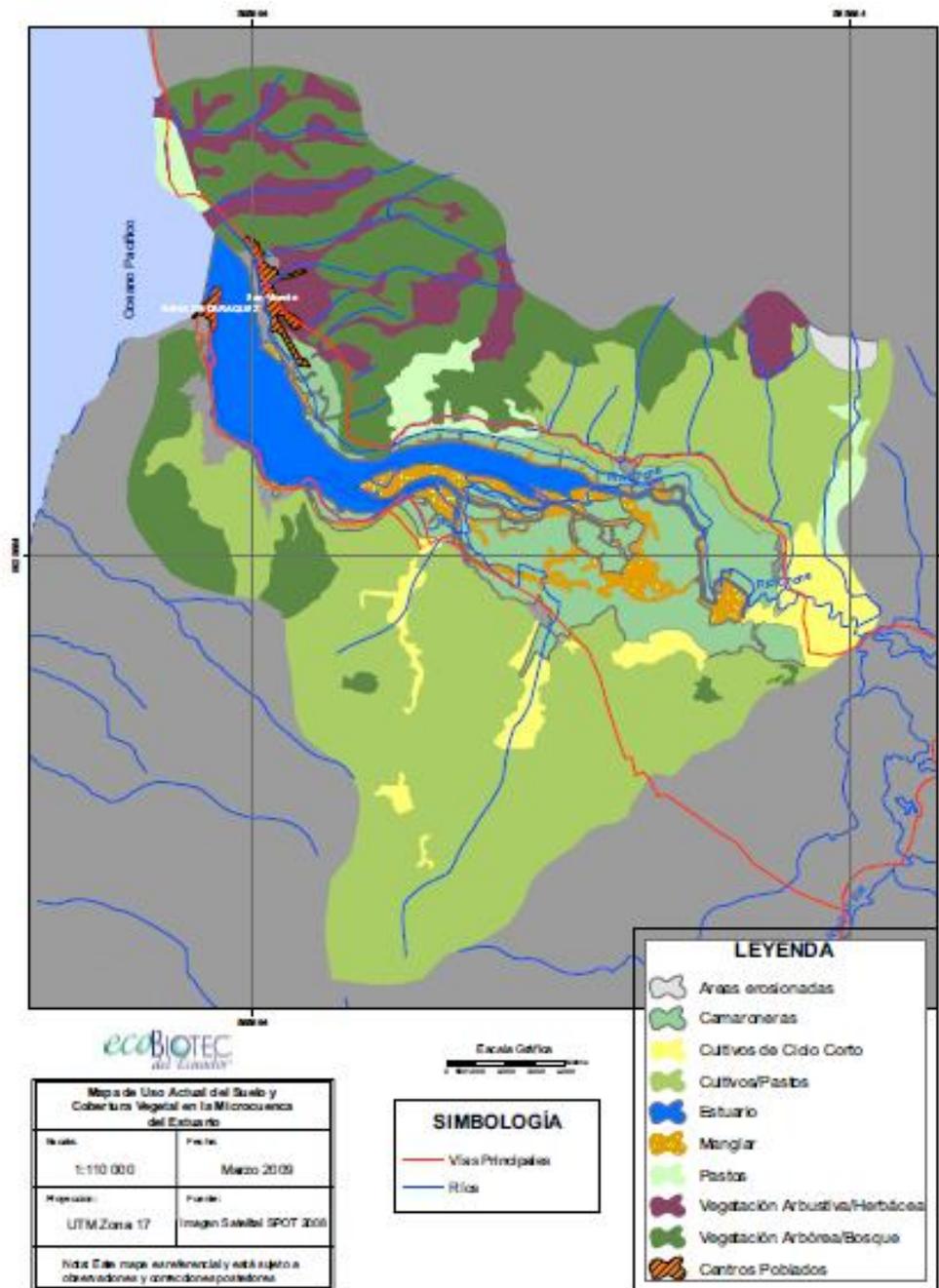


Figura 4.- Uso de suelo y cobertura vegetal el área de influencia del REVISICOF
Fuente: Ecobiotec, 2009.

USO DE SUELO	HECTÁREAS	Porcentaje (%)
70% pasto cultivado/30% cultivos de ciclo corto	9054.36	27%
Bosque Natural	5582.64	17%
70% bosque intervenido/ 30% pasto cultivado	5540.44	16%
Pasto cultivado en áreas erosionadas	2835.32	8%
70% cultivos de ciclo corto/ 30% pasto cultivado	2548.71	7%
50% cultivos de ciclo corto-50% pasto cultivado	1929.93	7%
70% pasto cultivado/30% bosque intervenido	1829.07	5%
Área erosionada	1466.96	5%
70% vegetación arbustiva/ 30% pasto cultivado	1172.14	3%
Pasto natural en áreas erosionadas	810.24	2%
Pasto cultivado	746.70	2%
Pasto cultivado en áreas con fuertes procesos erosivos	436.27	1%
Pasto natural en áreas con fuertes procesos erosivos	98.70	0%
Total general	34051.49	100%

Cuadro 3: Porcentajes de cobertura vegetal existente en el área de estudio

Fuente: Plan de Manejo REVISCOF, 2014.

2.1.4 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

Los habitantes de la zona de influencia del área protegida se benefician de actividades pesqueras realizadas en el estuario, extracción de crustáceo y moluscos, trabajo en camaroneras y turismo en zonas autorizadas por las autoridades ambientales.

2.1.5 MUESTREO

Para poder garantizar la precisión de las estimaciones que han de dar paso a la inferencia estadística “la muestra ha de constar de un número suficiente de elementos, elegidos al azar, tal que proporcione una seguridad estadística de que los resultados que se obtengan de ella puedan dentro de los límites estimados, representar realmente al universo”. Quiere esto decir que para que se pueda hacer inferencia estadística es necesario que se trate de muestreos aleatorios, adecuadamente dimensionados.

Las estaciones de muestreo se identificaron aleatoriamente de acuerdo a las necesidades del proyecto, abarcando toda la extensión del área protegida, REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS y parcialmente la isla del sol, (este tipo de muestreo se caracteriza porque otorga la misma probabilidad de ser elegidos a todos los elementos de la población), con la finalidad de analizar la variabilidad y transición de los parámetros físicos, químicos y biológicos (macroinvertebrados) en estos sitios, relacionándolos con el uso de suelo y actividades antropogénicas.

En estadística una mayor probabilidad de tener resultados fidedignos es aumentando el número de muestras, entre mayor sea el número muestreado mayor es la probabilidad de tener resultados confiables por ese motivo se estableció un número de 30 sitios de muestreo, monitoreando en época seca que se caracteriza por la ausencia de lluvias que comprende los meses desde junio a noviembre y la época húmeda con presencia de precipitaciones.

Se realizó el muestreo en época seca el sábado 13 de junio 2015, iniciando a las 7:30 am hasta la 12:30 am desde la estación E1 hasta la estación E12, en bajamar, según datos del Inocar. Posterior en horas de la tarde se reinició el muestreo a partir de la 14:30 hasta las 17:30, desde la zona del estuario interna desde la estación E13 hasta la E21, en pleamar, según datos del Inocar, y el domingo 14 de junio 2015, se realizó el monitoreo desde las 7:30 am hasta las 14:00, en bajamar desde la E22 hasta E30.

El muestreo en época lluviosa se realizó el sábado 09 de enero 2016, iniciando a las 7:30 am hasta las 14:30 desde la estación E1 hasta la estación E12, según datos del inocar desde las 9:35 se encontraba en bajamar el estuario. Posterior en horas de la tarde se reinició el muestreo a partir de las 15:30 hasta las 17:30, desde la zona del estuario interna hasta la isla corazón estaciones E13 hasta la estación E21, en pleamar, según datos del Inocar, y el domingo 10 de enero 2016, se realizó el monitoreo desde las 8:30 am hasta las 14:30 pm, desde la E22 hasta E30. Según datos del Inocar desde las 10:17am bajamar.

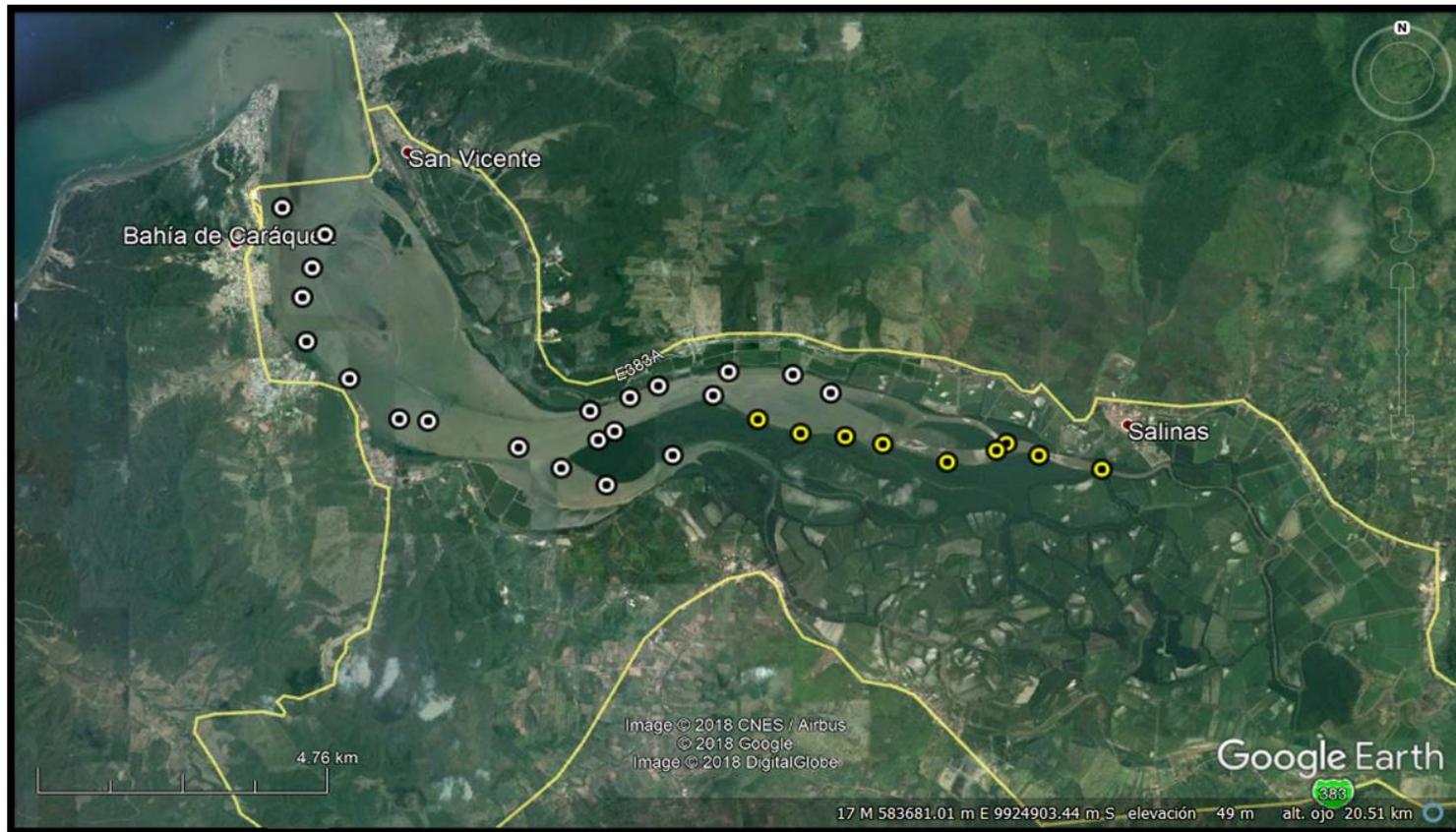
Por lo tanto, con el fin de reunir las mismas condiciones en época seca y lluviosa con respecto a la marea y horas del día el estuario se lo dividió en 2 Sectores, el Sector 1 involucra las Estaciones E1 hasta la E12 y desde la E22 hasta la E30 monitoreadas en bajamar y en la mañana que involucra la zona del estuario externa, y el Sector 2 las estaciones E13 a E21, en pleamar y en horas de la tarde que involucra la zona del estuario interna. En cada una de los sitios visitados se realizaron mediciones in situ de la calidad de agua, toma de muestras de agua para su posterior análisis en laboratorio, sedimentos y bentos.

TABLA DE MAREA			
13/06/2015		14/06/2015	
Hora hh:mm	Altura metros	Hora hh:mm	Altura Metros
00:46	2.48 p	01:48	2.57 p
06:56	0.57 B	07:57	0.51 B
13:06	2.70 p	14:04	2.75 p
19:37	0.34 B	20:32	0.24 B
09/01/2016		10/01/2016	
Hora hh:mm	Altura metros	Hora hh:mm	Altura Metros
03:12	2.60 p	03:55	2.71 p
09:35	0.34 B	10:17	0.22 B
15:48	2.63 p	16:29	2.76 p
21:53	0.54 B	22:37	0.44 B

Cuadro 4:Tabla de mareas

Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada. INOCAR.

Figura 5: Ubicación de los sitios de muestreo del presente estudio dividido por sectores



 **SECTOR 1.** Estaciones (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa. Datos muestreados en bajamar.

 **SECTOR 2.** Estaciones (E13 a E21) zona del estuario interna. Datos muestreados en altamar.

Fuente: Google Earth.

2.1.6 TOMA DE MUESTRAS

2.1.6.1 BENTOS

Se tomaron muestras del bentos presente en los sitios visitados empleando una draga Van Veen, modelo PETITE PONAR.

Las muestras de macroinvertebrados bentónicos fueron conservadas en alcohol potable al 98%, en el primer monitoreo en formol al 4% y transportadas en baldes de cuatro litros hasta el laboratorio para su posterior análisis. Los organismos encontrados fueron identificados a nivel de familia con ayuda de claves disponibles para la región.

2.1.6.2 PARAMETROS FÍSICOS

En cada estación se realizaron mediciones in-situ con el Equipo multiparámetros “YSI PRO 2030” para mediciones de: Temperatura, pH, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales (TDS).

Para mediciones de Turbidez INSITU se utilizó el equipo “HACH 2100Q Turbidimeter”. El equipo puede medir desde 0 a 1000 NTU.

2.1.6.3 PROFUNDIDAD

Para realizar el registro del parámetro de profundidad se tomó un peso muerto, en el cual se amarró una soga o un cabo y se marcó este cada 50 centímetro con un nudo, con la finalidad de que se lance en el punto de muestreo y la persona encargada de este parámetro mida y anote la profundidad en la hoja de campo.

2.1.6.4 CALIDAD DE AGUA

En cada punto de muestreo durante la estación lluviosa y seca se recogieron botellas de 250ml y 500ml del agua del estuario objeto de estudio, en cada uno de los sitios de muestreo, esto se realizó sumergiendo el recipiente en el agua a contraflujo, sin dejar que entre burbujas al recipiente y tapar, se etiqueta el recipiente con fecha, punto de muestreo y análisis a realizar posterior se almacena en un lugar frío la muestra (hielera). La muestra de agua tomada se almacena de acuerdo a las especificaciones establecidas de preservación.

2.1.6.5 SEDIMENTOS

Para las muestras de sedimentos se empleó una draga. El objetivo es analizar metales pesados, granulometría y cantidad de materia orgánica, por lo tanto, se almacenaron en fundas ziploc, se rotularon las muestras adecuadamente y se refrigeraron.

2.1.7 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

2.1.7.1 BENTOS

a. Tamizado y Conservación de muestras

La muestra recolectada se llevaba al muelle y se procedía a usar un tamiz de 500 micras para el tamizado de la muestra, para luego llevar al laboratorio pequeñas muestras del sedimento, lo más reducido posible y proceder a encontrar los macro invertebrados de la Isla Corazón. Se colocó alcohol en la muestra al 98% en una relación sedimento-alcohol de 1:3, se selló el balde con cinta y se rotuló.

b. Recolección de Macro invertebrados

Se seleccionó uno de los baldes que contengan muestra tamizada, se colocó dentro de ellos cierta cantidad de eosina, el cual se encargó de dar una coloración roja a los organismos dentro de la muestra; se esperó alrededor de 24 horas para que la muestra tome un buen color. Luego, se procedió a tamizar nuevamente, asegurándose de eliminar todo el sedimento restante y poder trabajar con una muestra que no contenga sedimentos. Posterior se depositó la muestra en una bandeja, se retiró los organismos con pinzas y con mucho cuidado. Los organismos recolectados se los almaceno en un frasco pequeño con alcohol al 70%, y se rotuló el frasco.

Se repitió este procedimiento para todas las muestras. Los macroinvertebrados que estuvieron presentes en los sedimentos fueron contados e identificados a nivel de familia y grupo con ayuda de un estereoscopio.

2.1.7.2 CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS

Durante la Época Lluviosa y Seca se analizaron los siguientes parámetros de calidad de agua en el laboratorio: ph, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, oxigeno saturado, TDS, turbidez, Nitrito, Amonio, fosfatos, sólidos

totales en suspensión, sólidos volátiles, coliformes fecales y coliformes totales, clorofila.

En sedimentos se realizó granulometría, materia Orgánica, metales pesados como: mercurio, plomo, cromo, cobre.

2.1.7.3 ANÁLISIS DE AMONIO, NITRITOS, FOSFATOS

Fueron analizados por equipos de tests fotométricos HACH y posteriormente leídos en el equipo fotómetro HACH DR3900. Las metodologías utilizadas por el manual HACH fueron los siguientes:

Parámetro	Unidades	Método
AMONIO	mg/L N-NH ₄ ⁺	LCK 304
NITRITOS	mg/l NO ₂ -N	LCK 341
FOSFATO	mg/L	LCK 348

Cuadro 5.-Métodos de laboratorios utilizados.

2.1.7.4 SÓLIDOS SUSPENDIDOS

El protocolo de sólidos suspendidos totales, volátiles y fijos *basado en el método 2540d del standard methods for the examination of water and wastewater* (edición 22), se lleva a cabo mediante el análisis de la muestra en un lapsus de tiempo menor a 7 días posterior a la toma de la muestra. El análisis empieza con la filtración de las muestras de agua tomadas en un matraz con campana de filtración al vacío con ayuda de una bomba. Se vierte un volumen de 300ml de la muestra homogeneizada sobre un filtro de fibra de vidrio tomado por el borde con ayuda de una pinza, tratando de evitar que quede muestra en la probeta con la que se midió el volumen. Para asegurar que no quede muestra se añaden tres alícuotas de 10 ml de agua desionizada por las paredes de la probeta y se vierten también. Posterior se repite el lavado pero ahora sobre el filtro y se deja filtrando por un minuto después que se haya completado la filtración. Se retira cuidadosamente el filtro y se coloca sobre un crisol pesado previamente, se anota el peso inicial (Po) y luego se introduce en la estufa a una temperatura entre 103° a 105°C durante una hora. Inmediatamente se los coloca en el desecador por 10 min y se pesa (Pf).

Los duplicados se realizaron enseguida en iguales condiciones. Se calcula el valor en mg/l de sólidos suspendidos totales con la siguiente fórmula:

$$SST(mg/l) = ((A-B) * 1000000) / V$$

A= Peso final (filtro + residuo), (g)
B= Peso inicial (peso del filtro), (g)
V= Volumen de muestra filtrado, (ml)

2.1.7.5 SÓLIDOS VOLÁTILES

a. Preparación de crisoles

Se colocó un crisol limpio en una mufla de ignición a 550 °C por 1 hora. Se enfrió, desecó y guardó el crisol en un desecador hasta ser utilizado. Se pesó inmediatamente antes de usar. Se evaporó a 103 – 105 °C en un crisol un volumen de muestra homogenizada (50 ml). Se sometió a ignición el residuo obtenido hasta obtener peso constante en una mufla a 550 °C. Se incineró un blanco conformado por un filtro junto con las muestras. Se elevó la temperatura del horno antes de introducir la muestra. Se dejó enfriar la capsula al aire hasta que la mayor parte del calor se haya disipado y transferir al desecador para enfriamiento total. Se pesó el crisol al enfriarse a una temperatura controlada. Se repitió el ciclo de incineración, enfriamiento, desecación y pesaje hasta que se obtenga peso constante o hasta que el peso cambie menos de 4% o 0,5 mg. Calcular la cantidad de sólidos volátiles en mg/l mediante la siguiente fórmula:

$$SST(mg/l)=((A-B)*1000000)/V$$

A= Peso del residuo + crisol antes de la ignición, (g)

B= Peso del residuo + crisol de evaporación o después de la ignición, (g)

V= Volumen de muestra filtrado, (ml)

2.1.7.6 COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES

Para la obtención de las muestras de agua superficial para analizar los parámetros coliformes fecales y coliformes totales, se realizó un muestreo simple y directo con envases limpios y estériles, luego fueron preservadas en refrigeración y transportadas al laboratorio de la Centro de Servicios para la acuicultura (CSA). Para el análisis en el laboratorio se utilizó el método 9221 Estándar Methods.

2.1.7.7 GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS

Este análisis se llevó a cabo tamizando la muestra a través de una batería de tamices estandarizados de abertura de malla decreciente.

2.1.7.8 MATERIA ORGÁNICA

a. Preparación de la muestra

Se pesaron los crisoles, previamente lavados y secados correctamente, se anotó el dato de peso del crisol para el uso posterior en los cálculos, se sacó la muestra de refrigeración; y se esperó hasta que las muestras tengan una consistencia manejable.

b. Análisis

Se colocó aproximadamente 80 gramos de muestra en el crisol, previamente rotulado, se llevó a la estufa durante un tiempo de 24 horas.

Una vez transcurrido el tiempo de secado, se sacó el crisol y se colocó en el desecador durante un tiempo de 10 minutos o hasta que alcance la temperatura ambiente.

Se llevó el crisol a la balanza, previamente encendida y calibrada, se utilizó las pinzas adecuadas para crisol. Se tomó el dato de masa y anotó para el uso posterior en los cálculos.

Se colocó el crisol nuevamente en el desecador y se llevó a la mufla durante un tiempo de 2 horas a una temperatura de 550°C.

Luego de que transcurrió el tiempo de la muestra en la mufla, se sacó la muestra y se colocó en el desecador durante un tiempo de 15 minutos.

Se colocó el crisol en la balanza, se toma el dato de masa y se anotó para el uso posterior en los cálculos.

Se tomaron todos los datos obtenidos y se realizó los cálculos pertinentes para determinar el porcentaje de materia orgánica en la muestra de sedimento. (Brian A. Schumacher, Ph.D., 2002)

2.1.7.9 CÁLCULOS

Porcentaje de materia orgánica

$$\% \text{ de fracción orgánica en sedimentos, } \% = \frac{C}{A-B} \times 100$$

Dónde: A= Peso crisol + muestra seca (g)

B= Peso del crisol (g)

C= masa volatilizada (g)

2.1.7.10 METALES PESADOS

Una vez recogidas las muestras se refrigeraron. En el laboratorio, cada muestra de sedimento fue homogeneizada y secado para el metal mercurio con un horno convencional a 55 °C durante 48 h.

Una vez que el sedimento está seco se recogió (40g) y se pulverizaron usando un mortero limpio lavado con ácido. Las muestras de sedimentos pulverizados se almacenaron en el desecador hasta el análisis total de metales pesados.

El mercurio se determinó usando un analizador directo de Hg DMA80 marca milestone, mediante espectrofotometría de absorción atómica. La ventaja de usar este equipo es que el instrumento no requiere digestión con ácido de la muestra u otro pretratamiento.

Los otros metales plomo, cobre y cromo se determinaron usando un modelo AA400, perkin Elmer, estas muestras si fueron digeridas con ácido nítrico ultra puro al 70%, mediante espectrofotometría de absorción atómica. Se realizó mediante el análisis de la concentración del material de referencia estándar (SRM) -1646a Sedimento Estuarino (NIST).

Metales pesados	
Plomo	Pb
Cobre	Cu
Cromo	Cr
Mercurio	Hg

Cuadro 6.-Simbología

a. ANÁLISIS DE DATOS

A continuación, se presentan los siguientes métodos univariados que se utilizaron para conocer la influencia de la calidad del agua y sedimentos en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del refugio de vida silvestre isla corazón y fragatas (REVISICOF), ubicado en el estuario del Río Chone.

Se aplicaron métodos de análisis para interpretación de los resultados de calidad de agua, calidad de sedimentos con la finalidad de verificar la influencia

de estos componentes en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el sitio de estudio.

Los resultados se compararon con normativa ambiental vigente nacional Ecuatoriana y con normativa internacional y aplicación de diferentes índices, detallados a continuación:

2.1.8 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Para entender los índices de diversidad se debe saber que son el número especies presenten en una determinada área, combinan tanto la riqueza de las especies como la equidad en un solo valor.

Para el análisis de la comunidad de macroinvertebrados se utilizaron los siguientes índices de Diversidad:

- a) Shannon
- b) Shaneven
- c) Simpson
- d) Margalef

Por medio de la abundancia de las especies se puedo calcular los índices de diversidad. En el presente estudio estos índices fueron calculados en base a organismos identificados a diferentes niveles taxonómicos (i.e. orden, familia, género y especie).

2.1.9 NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE ECUATORIANA UTILIZADA EN EL PRESENTE ESTUDIO

Las muestras de calidad agua se analizaron siguiendo los procedimientos establecidos en los protocolos correspondientes y comparando cada valor obtenido con los límites permisibles que contempla la **TABLA 2 Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en agua dulce, marina y de estuarios. Anexo 1 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente norma de calidad ambiental y descarga de efluentes al recurso agua. Acuerdo Ministerial 097 A.**

Cuadro 7. TABLA 2 Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en agua dulce, marina 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	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	ug/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	Cl2	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	Expresados 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
Niquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno disuelto	OD	% de saturación	>80	>60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	ug/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	ug/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001

Cuadro 7. TABLA 2 Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en agua dulce, marina y de estuarios.				
Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
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	NO2	mg/l	0,2	
Nitratos	NO3	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO5	DBO5	mg/l	20	-
Sólidos Suspensivos 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

Y Tabla 6. Criterios de Calidad de Aguas para fines recreativos mediante contacto primario. Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente norma de calidad ambiental y descarga de efluentes al recurso agua. Acuerdo Ministerial 097 A.

Cuadro 8. TABLA 6 Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario*.			
Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad
Parásitos Nemátodos Intestinales			Ausencia
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	200
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	2000
Compuestos Fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Aceites y grasas	Película visible		Ausencia
Materia flotante	visible		Ausencia
Oxígeno disuelto	OD	% de saturación	>80
Potencial de Hidrógeno	pH	Unidades de ph	6,5-8,3

Cuadro 8. TABLA 6 Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario*.			
Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad
Relación Nitrógeno-Fósforo Total			15:1
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
La visibilidad al disco Secchi será de por lo menos 2m de profundidad			

*Siempre y cuando no se refiera a piscinas

Cuadro 9. TABLA 7 Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario*.			
Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad
Parásitos Nemátodos Intestinales			Ausencia
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	4000
Aceites y grasas	Película visible		Ausencia
Materia flotante	visible		Ausencia
Oxígeno disuelto	OD	% de saturación	>80
Potencial de Hidrógeno	pH	Unidades de ph	6-9
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Relación Nitrógeno-Fósforo Total			15:1

Fuente: Acuerdo Ministerial 097 A. Anexo 1

2.1.10 NORMATIVA AMBIENTAL INTERNACIONAL CANADIAN ENVIRONMENTAL QUALITY GUIDELINES. CANADIAN SEDIMENT QUALITY GUIDELINES FOR THE PROTECTION OF AQUATIC LIFE.

En el Ecuador no existe tablas de límites permisibles ni normativa ambiental vigente para analizar resultados de sedimentos por lo que en el presente estudio se toma en consideración las tablas de Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, son herramientas científicas que sintetizan información con respecto a las relaciones entre el sedimento, concentraciones de productos químicos y

cualquier daño biológico efectos resultantes de la exposición a estos productos químicos.

Sediment Quality Guidelines brindan puntos de referencia para evaluar y observar efectos biológicos adversos en sistemas acuáticos. Estas se derivan de información toxicológica disponible según el protocolo formal establecido por el Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (CCME 1995).

Los datos de coocurrencia se compilan en una base de datos denominada base de datos de efectos biológicos para Sedimentos (BEDS) para calcular dos evaluaciones valores. El valor más bajo, denominado efecto umbral nivel (TEL), representa la concentración por debajo de la cual se esperan efectos biológicos adversos en raras ocasiones.

El valor superior, denominado nivel de efecto probable (PEL), define el nivel por encima del cual los efectos adversos se esperan que ocurran con frecuencia. Calculando TELs y PEL según una fórmula estándar, tres rangos de las concentraciones químicas se definen consistentemente: (1) el rango mínimo de efectos dentro del cual los efectos adversos rara vez pueden ocurrir (es decir, menos del 25% de los efectos adversos ocurren a continuación) TEL), (2) el posible rango de efecto dentro del cual hay efecto adverso ocasionalmente (es decir, el rango entre TEL y PEL), y (3) el rango de efecto probable dentro de los cuales los efectos biológicos adversos ocurren con frecuencia (es decir, más del 50% de los efectos adversos ocurren por encima del PEL). Las definiciones de estos rangos se basan en suposición de que el potencial para observar la toxicidad como resultado de la exposición a un químico aumenta con aumentar la concentración de la sustancia química en el sedimento (Long y otros, 1995). El PEL se recomienda como una herramienta de evaluación de la calidad del sedimento que puede ser útil en identificar sedimentos en los cuales los efectos biológicos adversos son más probables que ocurra.

Sediment quality guidelines (ISQG) son recomendados como una aproximación, también se pueden utilizar para reflejar el pronóstico de relaciones que se han establecido entre la concentración de la sustancia química en los sedimentos y cualquier factor o condición ambiental que puede influir en toxicidad de un químico específico.

Más detalles sobre la derivación y evaluación de los ISQG y PEL canadienses para ambos sedimentos marinos y de agua dulce se describen en el protocolo (CCME 1995).

Los ISQG canadienses se recomiendan para concentraciones totales de productos químicos en agua dulce y marina en sedimentos superficiales (es decir, los 5 cm superiores), cuantificados por Protocolos analíticos estandarizados para cada químico.

Adicionalmente se tomó en consideración realizar la comparación con la Anexo 2 del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados Tabla 1 Criterios de calidad de suelo. Acuerdo Ministerial 097 A.

Cuadro 10. Tabla 1 Criterios de calidad de suelo.		
Parámetros	Unidad	Criterio de calidad
Cobre	mg/kg	25
Cromo	mg/kg	54
Mercurio	mg/kg	0.1
Plomo	mg/kg	19

Fuente: Acuerdo Ministerial 097. Anexo 2

CAPITULO III

3.1 RESULTADOS

3.1.1 PARÁMETROS FÍSICOS- QUÍMICOS E ÍNDICES CON MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS (REVISICOF), UBICADO EN EL ESTUARIO DEL RÍO CHONE.

3.1.2 TEMPERATURA

Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
Sector 1	Lluviosa	28.64	30.17	29.28	29.29	29.23	0.37
	Seca	28.29	29.55	28.85	28.86	28.87	0.35
Sector 2	Lluviosa	29.33	30.07	29.73	29.74	29.74	0.31
	Seca	28.83	29.88	29.48	29.48	29.56	0.30

*Desviación Estándar

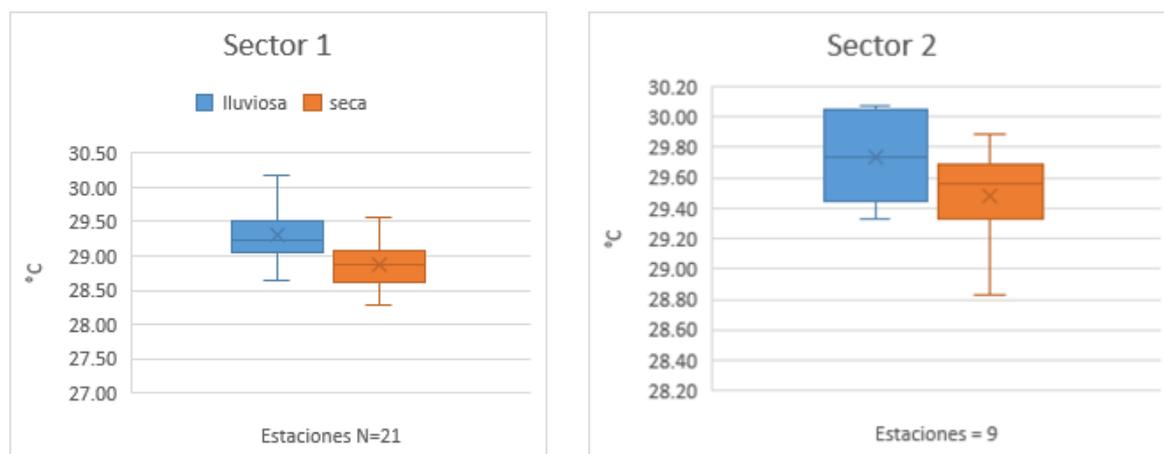


Figura 6 a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de Temperatura, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1(a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, los datos fueron muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.001067$; y en el sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario

interna los datos fueron muestreados en pleamar y no se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.176933$.

Es preciso indicar que el parámetro Temperatura no se puede comparar con la normativa vigente ambiental ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

3.1.3 POTENCIAL DE HIDROGENO

Cuadro 12. Análisis de Resultados de pH.							
Sector 1	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	Lluviosa	7.38	8.83	8.16	8.17	8.23	0.30
Seca	7.64	8.15	7.86	7.86	7.88	0.13	
Sector 2	Lluviosa	8.08	8.54	8.19	8.19	8.17	0.13
	Seca	7.72	8.29	8.02	8.02	8.02	0.17

*Desviación Estándar

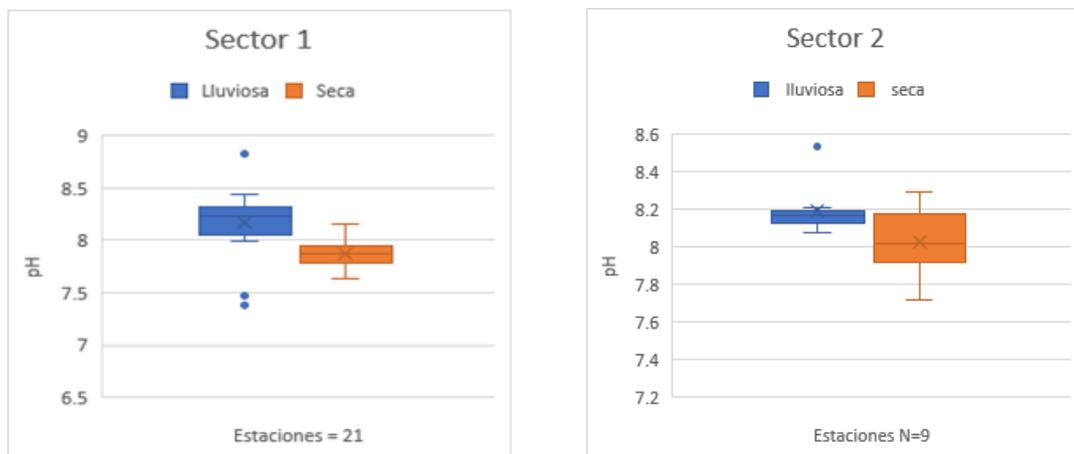


Figura 7 a,b.- Representación gráfica de datos estadísticos de pH, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, $n= 30$, época lluviosa y seca.

En el sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, los datos fueron muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.000224$; y en el sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, no existen diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.078886$.

La normativa ambiental vigente ecuatoriana menciona que el límite permitido de pH en agua marina y de estuarios es de 6.5 a 9.5, por lo tanto, los resultados se encuentran dentro de los límites permitidos.

3.1.4 CONDUCTIVIDAD

Sector 1	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	Lluviosa	18.73	42.73	29.4	31.07	31.82	7.02
Seca	0.86	28.10	5.1	15.58	17.82	8.6	
Sector 2	Lluviosa	1.72	16.48	5.51	9.04	7.87	5.52
	Seca	1.10	16.60	3.7	8.44	7.84	5.9

*Desviación estándar

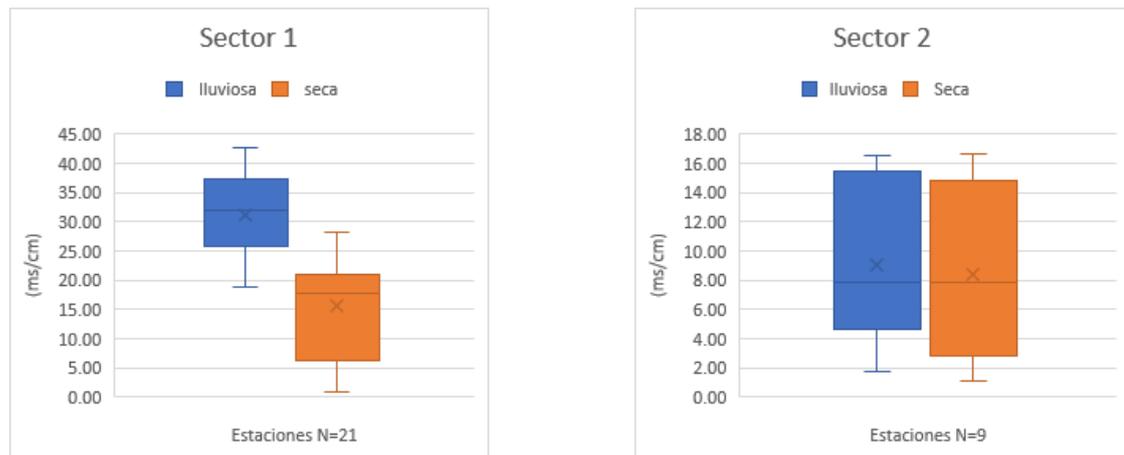


Figura 8 a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de conductividad, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.000004$. y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna, datos muestreados en pleamar, no existen diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.8629$.

Es preciso indicar que el parámetro de conductividad no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

3.1.5 SALINIDAD

Sector 1	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	Lluviosa	12.13	27.23	18.44	19.48	19.72	4.48
Seca	0.40	16.29	2.69	8.95	10.56	4.83	

Sector 2	Lluviosa	0.91	9.59	3.05	5.10	3.85	3.25
	Seca	0.45	9.66	1.34	4.30	2.96	3.7

*Desviación Estándar

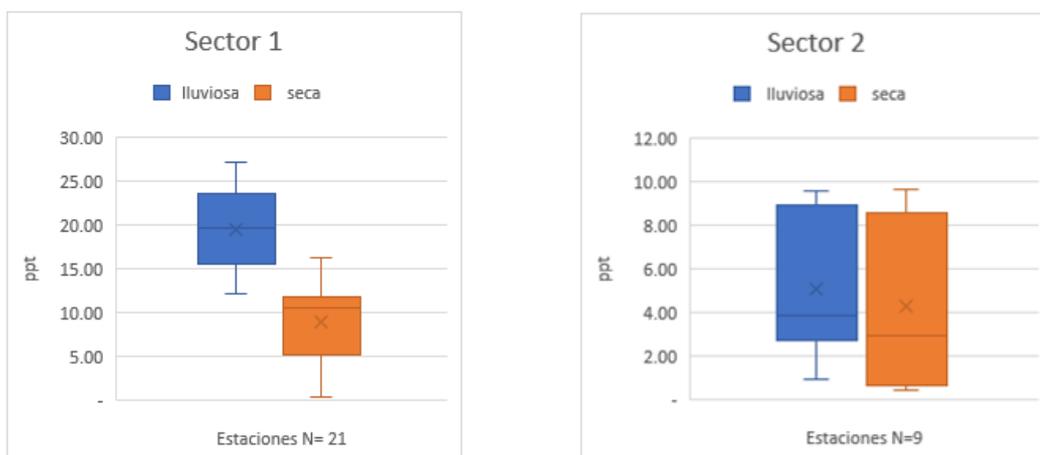


Figura 9. a.b. Representación gráfica de datos estadísticos de salinidad, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.00$ y en el sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, no existen diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.709$.

Es preciso indicar que el parámetro Salinidad no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

3.1.6 ÓXIGENO DISUELTO

Cuadro 15. Análisis de Resultados de DO (mg/l)							
Sector 1	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
		Lluviosa	2.35	7.09	4.39	4.67	4.58
	Seca	5.40	10.45	7.25	7.55	7.35	1.59
Sector 2	Lluviosa	4.37	5.21	4.77	4.79	4.81	0.33
	Seca	8.35	14.25	11.08	11.38	11.48	1.91

*Desviación estándar

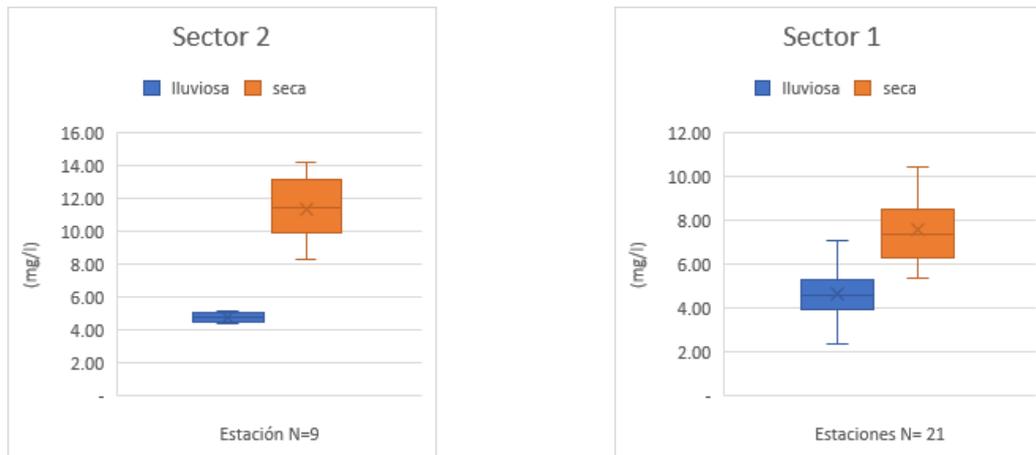


Figura 10 a.b. Representación gráfica de datos estadísticos de DO (mg/l), en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.00$ y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.00$.

Es preciso indicar que el parámetro DO no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios en (mg/l).

3.1.7 ÓXIGENO DISUELTO (%Sat)

Cuadro 16. Análisis de Resultados de DO (%sat)							
Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	1	Lluviosa	33.1	107.2	65.25	69.9	68.4
Seca		47.3	145.5	93.88	100.1	100.3	24.22
2	Lluviosa	59.2	72.1	66.57	66.9	68.1	4.99
	Seca	95.9	190.9	139.27	145.4	139.5	30.53

*Desviación Estándar

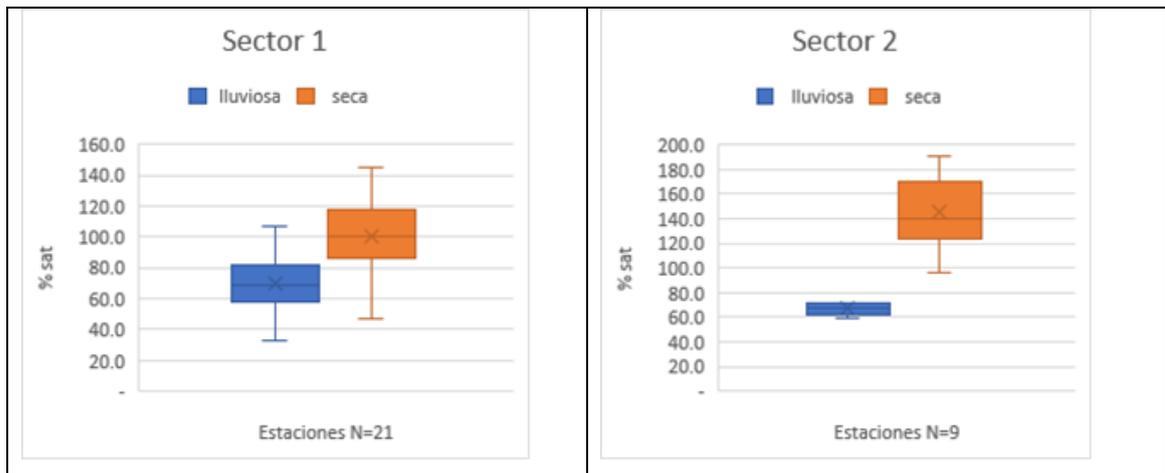


Figura 11 a.b. Representación gráfica de datos estadísticos de DO (%sat), en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, $n= 30$, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.00$ y en el sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.00$.

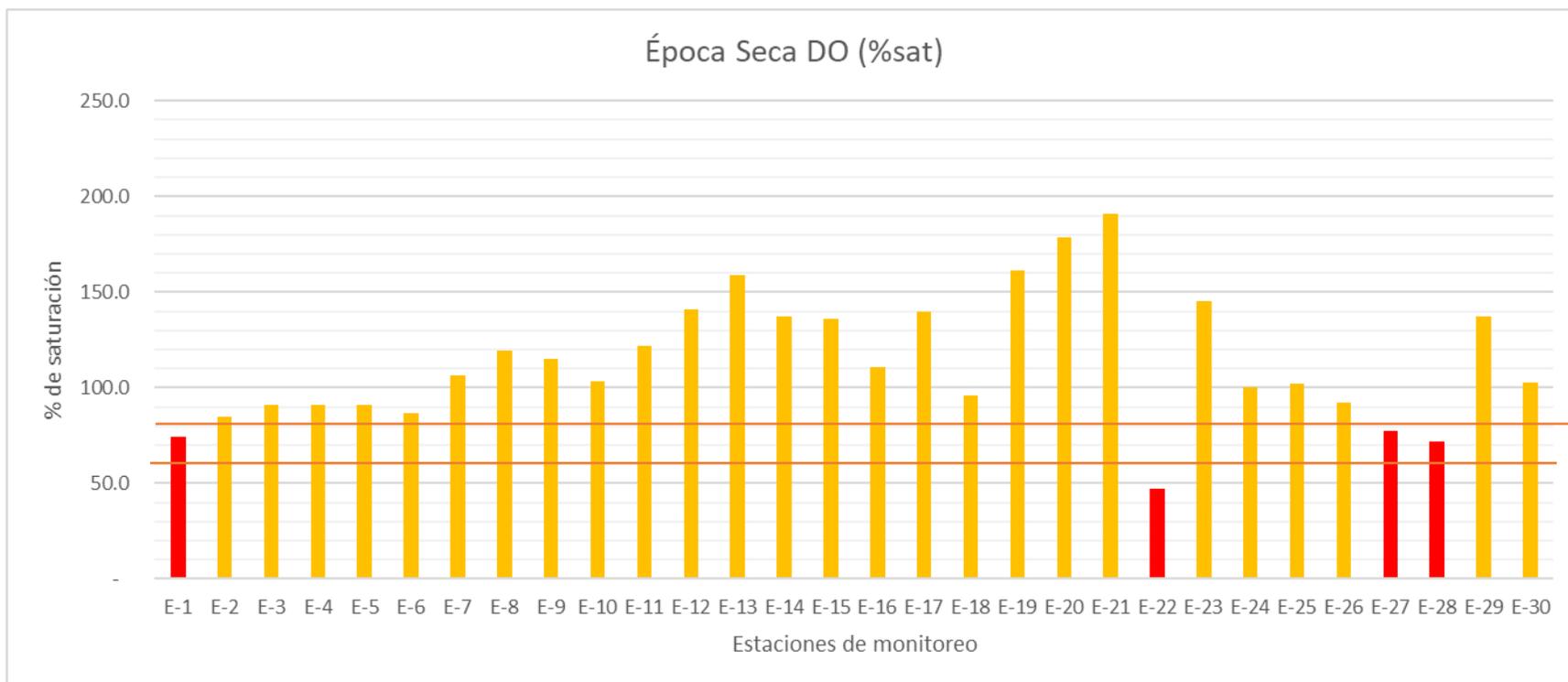


Figura 12.- Representación gráfica de datos de DO (% sat) por estaciones de monitoreo. Época Seca.

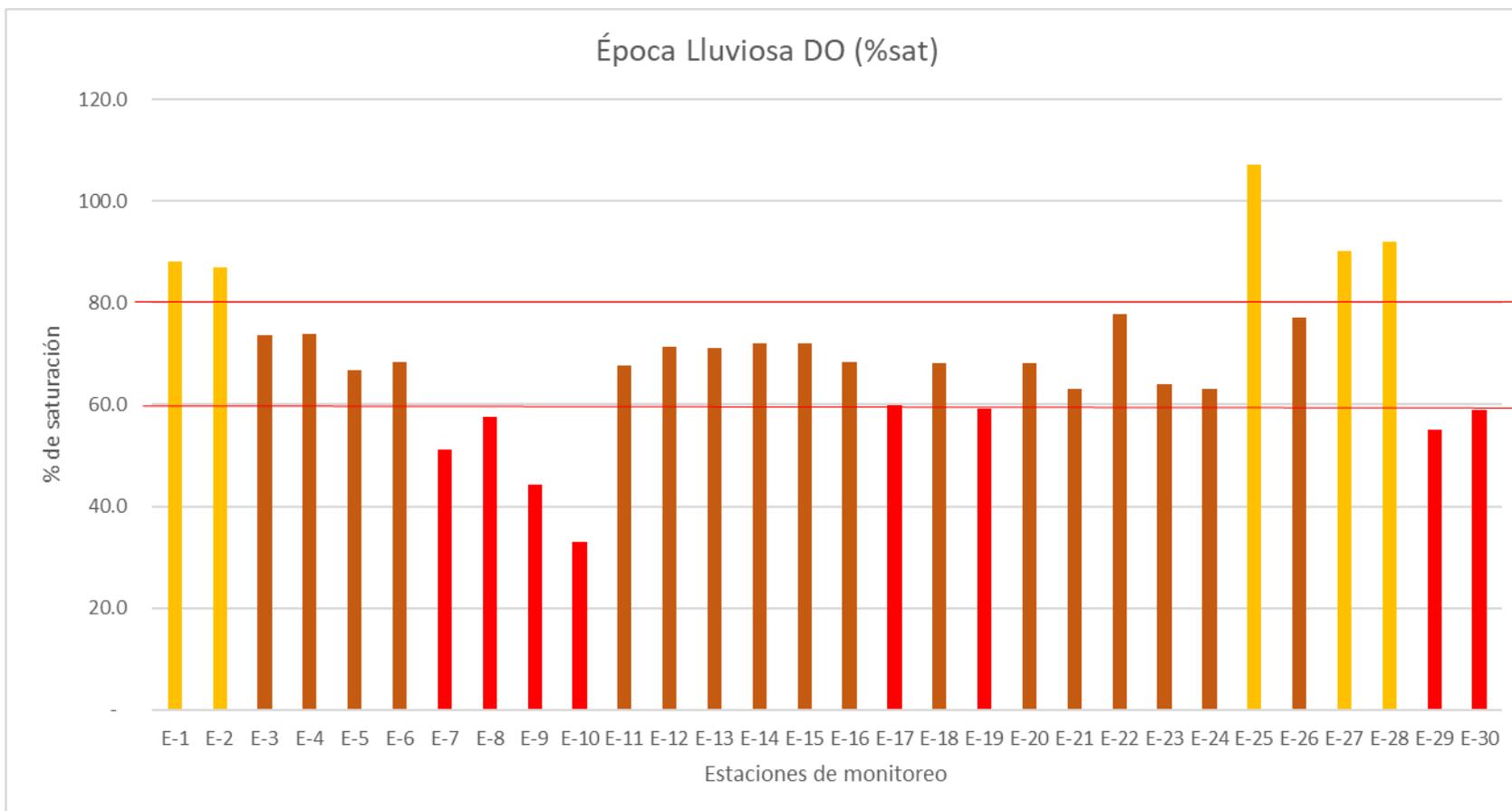


Figura 13.- Representación gráfica de datos de DO (% sat) por estaciones de monitoreo. Época Lluviosa.

3.1.8 TURBIDEZ

Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	Sector 1	Lluviosa	12.60	256.00	22.96	36.62	25.90
Seca		15.10	157.00	29.00	52.16	31.40	15.10
Sector 2	Lluviosa	26.00	128.00	53.44	74.22	76.70	26.00
	Seca	32.40	106.00	61.50	71.01	64.70	32.40

*Desviación Estándar



Figura 14 a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de Turbidez NTU, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar no son significativos a un $p < 0.05$

Es preciso indicar que el parámetro Turbidez NTU no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

3.1.9 AMONIO

Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	Sector 1	Lluviosa	0.02	0.73	0.08	0.16	0.10
Seca		0.07	0.41	0.14	0.18	0.15	0.09
ctor	Lluviosa	0.03	0.24	0.07	0.13	0.12	0.03

	Seca	0.14	0.26	0.18	0.19	0.18	0.14
--	------	------	------	------	------	------	------

*Desviación estándar.

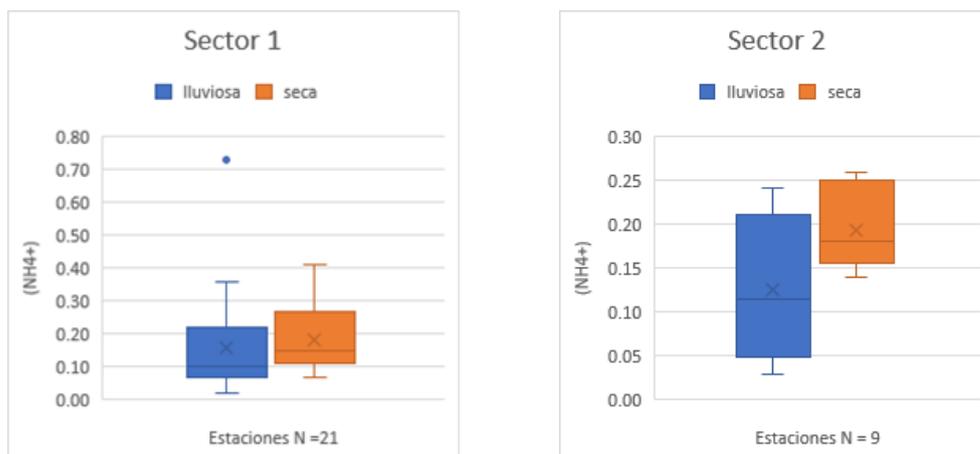


Figura 15.- a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de amonio, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias no significativas entre épocas del año $p=0.76$. y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar. Se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.02$.

Es preciso indicar que el parámetro amonio (mg/l) no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

3.1.10 NITRITOS

Cuadro 19. Análisis de Resultados de Nitritos							
Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	Sector 1	Lluviosa	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02
Seca		0.07	0.48	0.13	0.18	0.14	0.07
Sector 2	Lluviosa	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
	Seca	0.13	0.28	0.20	0.21	0.21	0.13

*Desviación estándar

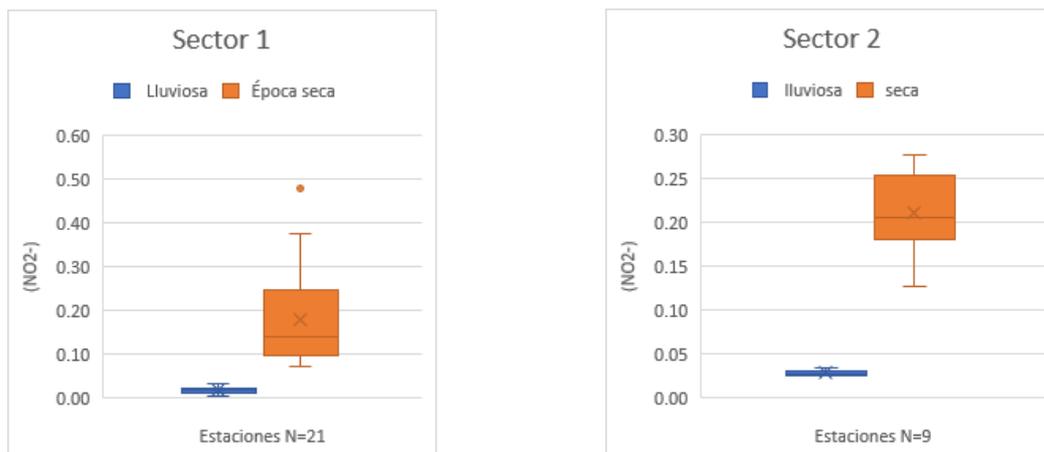


Figura 16.- a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de nitritos, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p=0.00$, en la época seca mantienen una mínima de 0.07 y una máxima de 0.48, y en la época lluviosa mantiene una mínima de 0.01 y una máxima de 0.03 y en el sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.00$, en la época seca mantienen una mínima de 0.13 y una máxima de 0.288, y en la época lluviosa mantiene una mínima de 0.03 y una máxima de 0.03.

Es preciso indicar que el parámetro Nitritos (mg/l) no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

3.1.11 FOSFATOS

Cuadro 20. Análisis de Resultados de Fosfatos								
Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*	
	1	Lluviosa	0.35	1.14	0.65	0.73	0.76	0.23
		Seca	0.23	0.73	0.35	0.40	0.34	0.16

Sector 2	Lluviosa	0.87	1.04	0.96	0.96	0.96	0.05
	Seca	0.31	0.60	0.46	0.48	0.50	0.09

*Desviación estándar

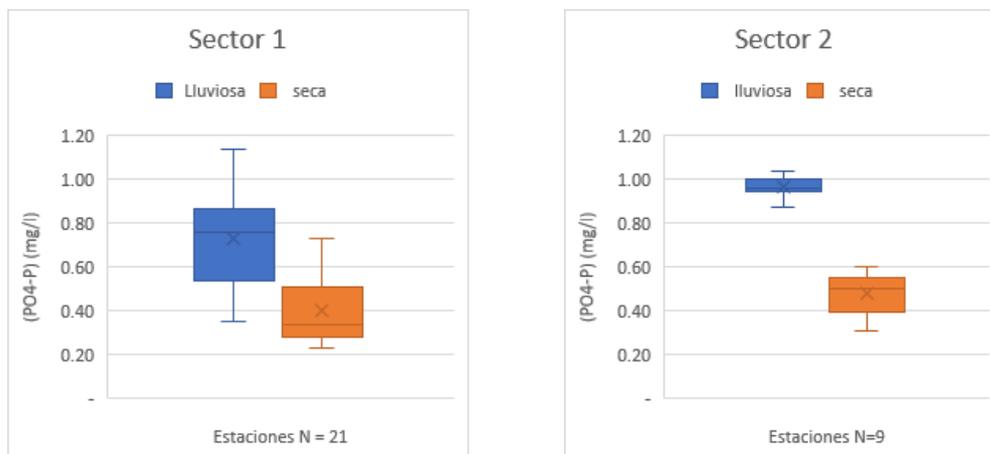


Figura 17 a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de fosfatos, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p=0.00$. y b) sector 2 (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.00$.

Es preciso indicar que el parámetro Fosfatos (mg/l) no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

3.1.12 SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN

Cuadro 21. Análisis de Resultados de sólidos totales en suspensión							
Sector 1	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
		Lluviosa	0.02	0.22	0.04	0.06	0.04
	Seca	0.01	0.43	0.03	0.08	0.05	0.09
Sector 2	Lluviosa	0.03	0.18	0.07	0.10	0.10	0.04
	Seca	0.05	0.11	0.06	0.07	0.07	0.02

*Desviación estándar

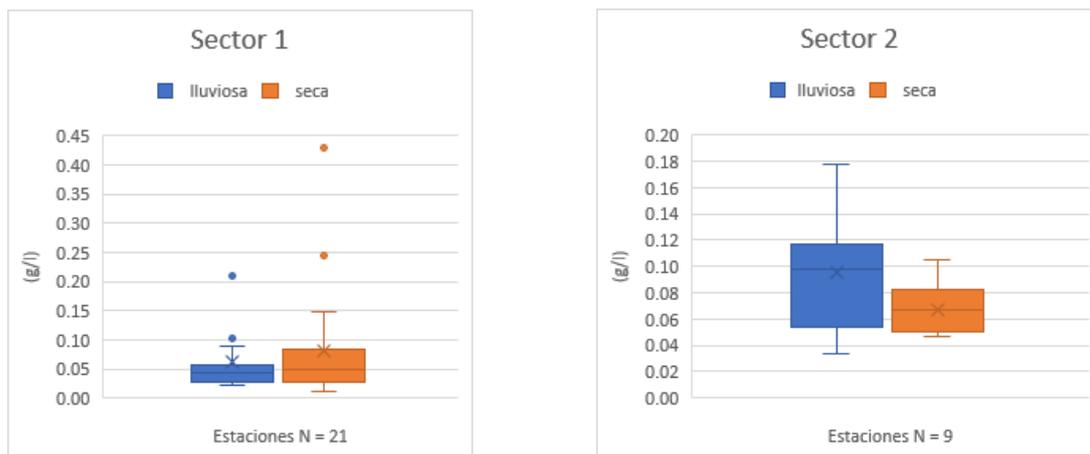


Figura 18.- a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de sólidos totales en suspensión, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, las diferencias no son significativas entre épocas del año $p=0.45$. y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias no significativas entre épocas del año $p= 0.10$.

Es preciso indicar que el parámetro Sólidos totales en suspensión (mg/l) no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

3.1.13 SÓLIDOS VOLÁTILES

Cuadro 22. Análisis de Resultados de sólidos volátiles							
Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	Sector 1	Lluviosa	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02
Seca		0.07	86.59	1.36	25.19	20.99	18.20
Sector 2	Lluviosa	0.01	0.04	0.02	0.02	0.02	0.00
	Seca	13.22	36.36	19.49	21.80	20.69	7.88

*Desviación Estándar



Figura 19 a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de sólidos volátiles, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, las diferencias son significativas entre épocas del año $p=0.00$. y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.00$.

Es preciso indicar que el parámetro Sólidos volátiles (%) no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

3.1.14 MATERIA ORGÁNICA

Cuadro 23. Análisis de Resultados de materia orgánica							
Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	1	Lluviosa	0.04	5.29	0.63	2.90	2.78
	Seca	1.17	5.8	2.98	3.73	4.2	1.44
Sector	Lluviosa	0.97	3.05	1.87	2.12	2.24	0.67
	Seca	0.2	5.07	1.14	2.92	3.26	1.52

*Desviación estándar



Figura 20 a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de materia orgánica, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p=0.01$. y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.15$.

3.1.15 PARÁMETROS COLIFORMES TOTALES

Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	1	Lluviosa	20.00	2400.00	45.35	255.26	90.00
	Seca	130	3400	483.18	964	800	800.40
2	Lluviosa	70	2400	224.70	1168	800	70
	Seca	800	5000	1820.75	2377.77	2400	800

*Desviación Estándar

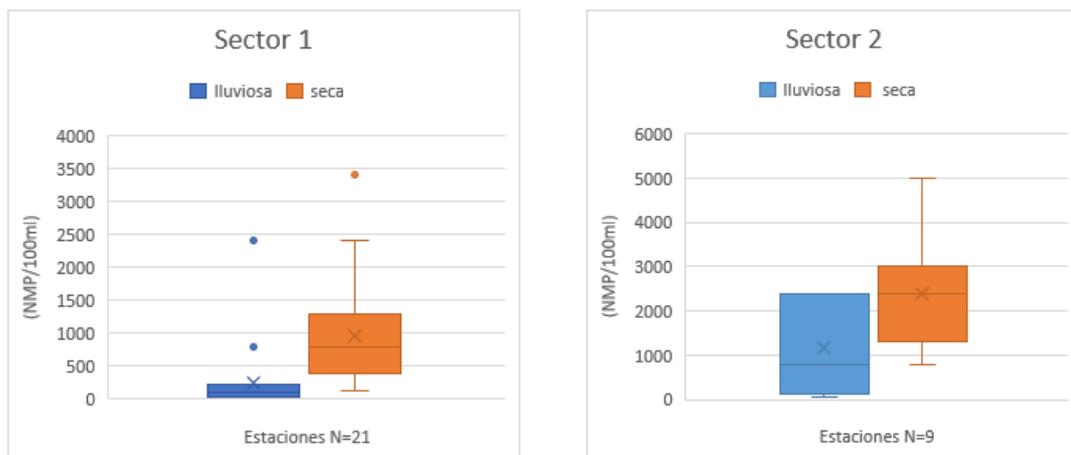


Figura 22 a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de coliformes totales, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p=0.01$. y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar. Se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.09$.

3.1.16 COLIFORMES FECALES

Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	Sector 1	Lluviosa	20	2400	38.22	208.94	80
Seca		80	1300	195.99	409.5	220	367.08
Sector 2	Lluviosa	20	800	57.68	250	170	318.90
	Seca	80	3000	378.70	1316.66	1100	1013.21

*Desviación estándar

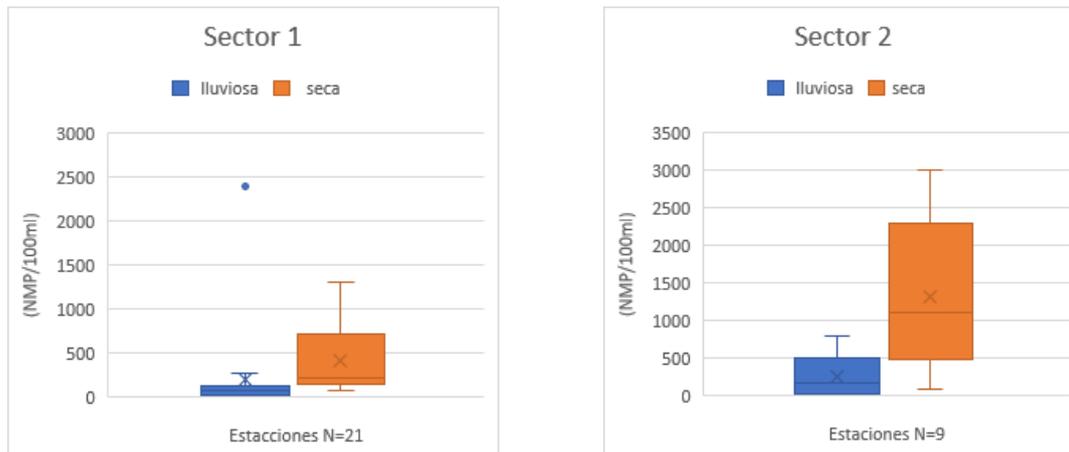


Figura 23.- a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de coliformes fecales, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

En sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias no significativas entre épocas del año $p=0.18$. y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias significativas entre

épocas del año $p= 0.015$. Una vez analizada las muestras de calidad de agua y recopilado los resultados de los análisis de coliformes fecales y totales, se establece un criterio de evaluación en base al límite máximo permisible de 200 NMP/100ml (coliformes fecales) y 2000 NMP/100 ml (coliformes totales) Tabla 6. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA FINES RECREATIVOS MEDIANTE CONTACTO PRIMARIO. ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA. ACUERDO MINISTERIAL 097 A. A continuación, el detalle:

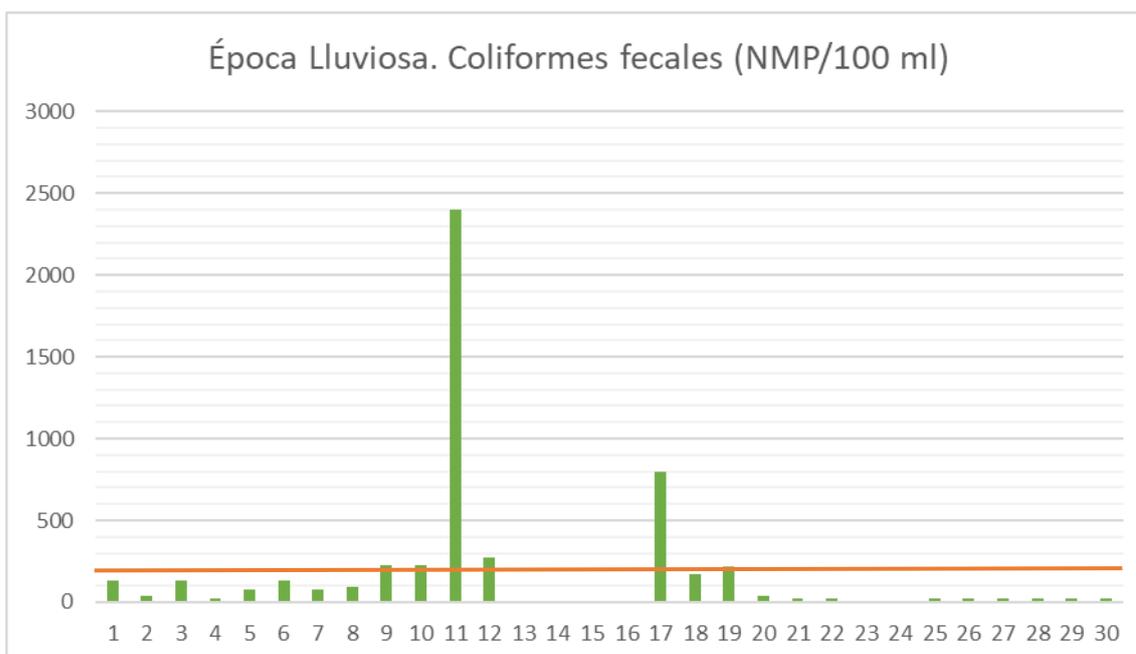
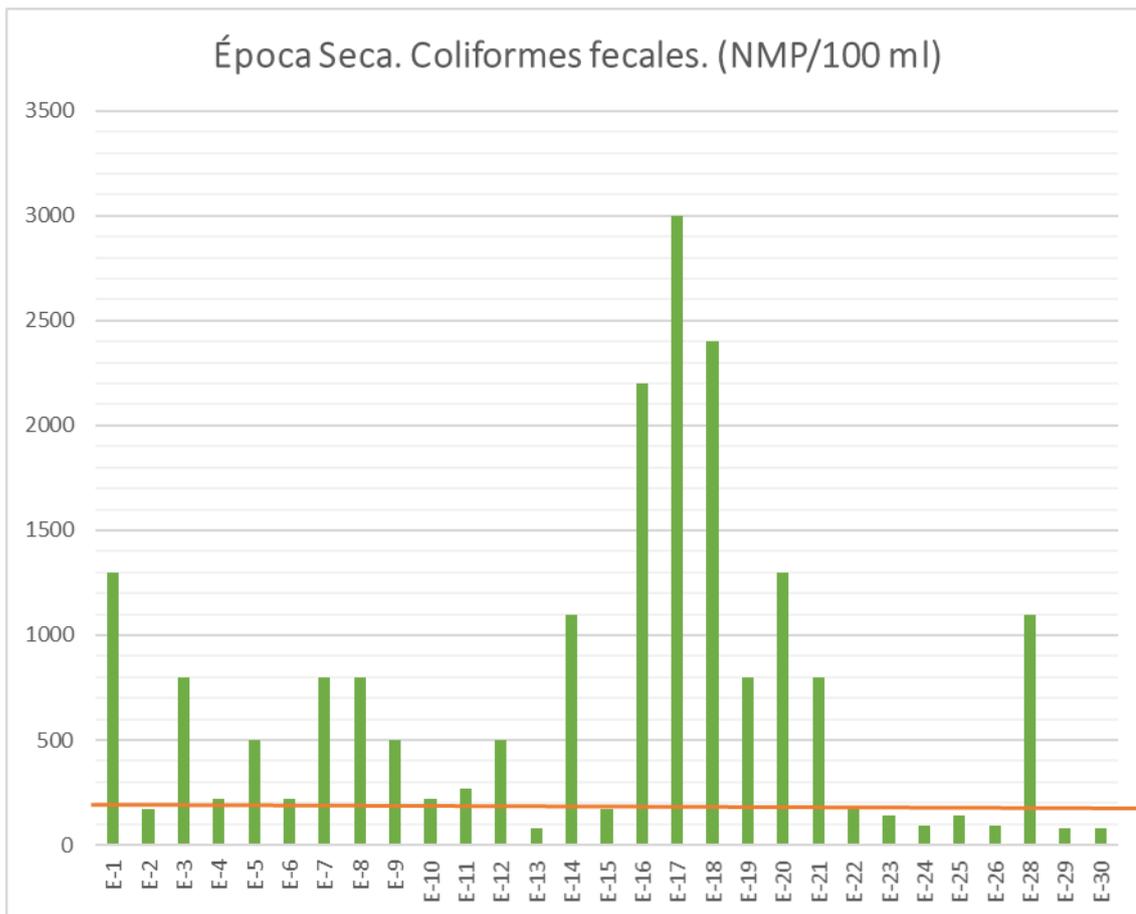


Figura 23.- Representación gráfica de datos de Coliformes fecales por estaciones de monitoreo.

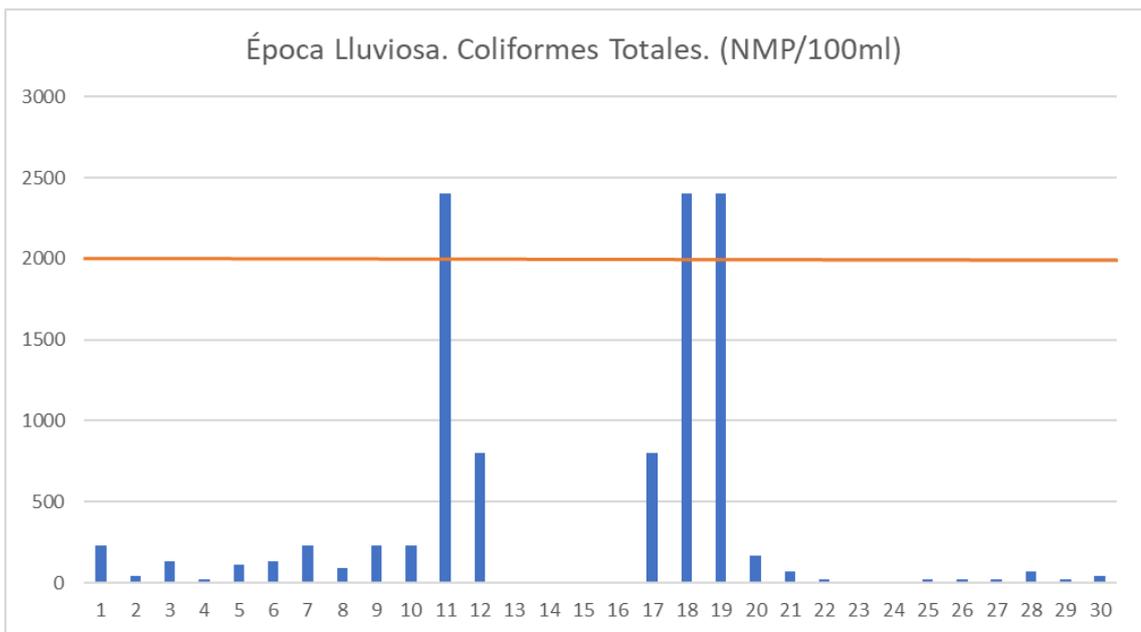
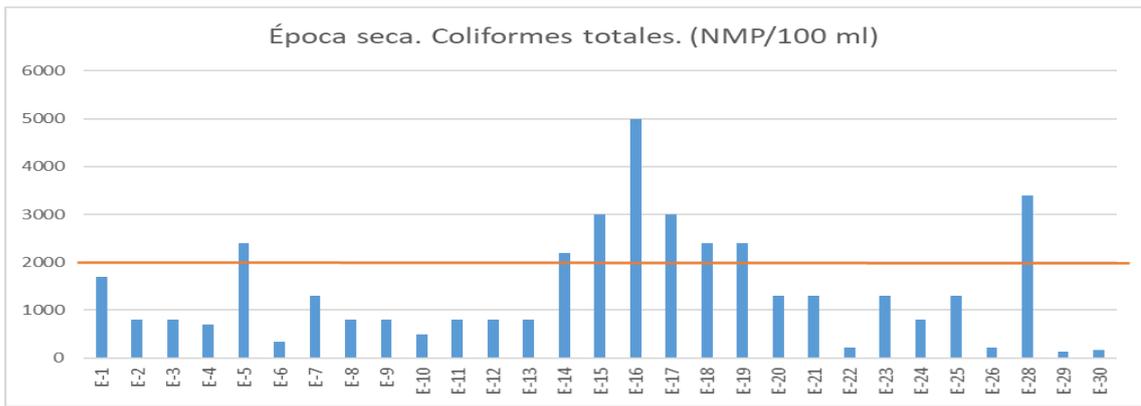


Figura 24.- Representación gráfica de datos de Coliformes totales por estaciones de monitoreo.

Figura 25.-MAPA DE UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO- PARÁMETRO COLIFORMES FECALES. ÉPOCA SECA.

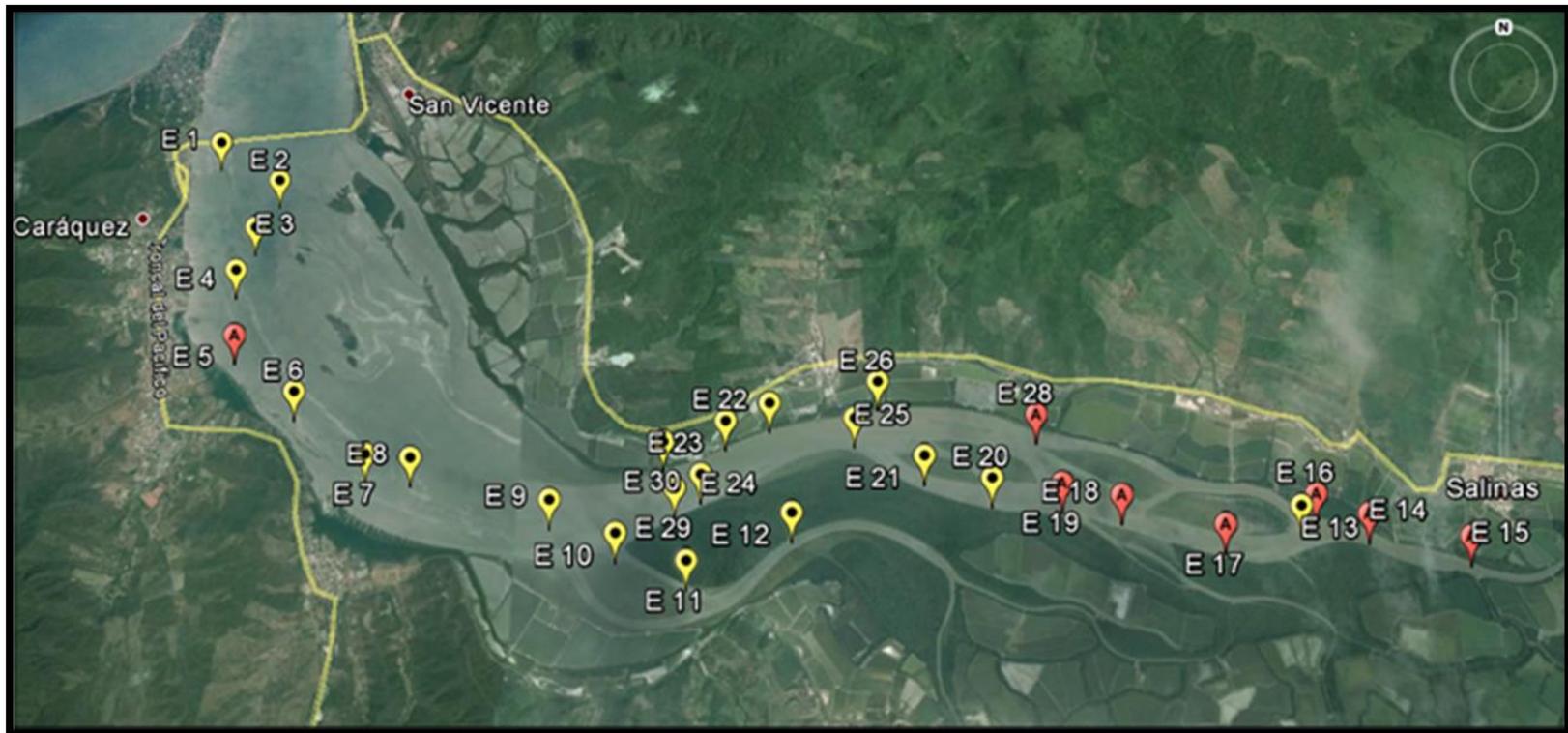


Puntos de muestreo que se encuentran dentro del límite permisible permitido.



Puntos de muestreo que se encuentran elevados incumpliendo la normativa ambiental aplicable.

FIGURA 26.- MAPA DE UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO PARÁMETRO DE COLIFORMES TOTALES. ÉPOCA SECA.



	Puntos de muestreo que se encuentran dentro del límite permisible permitido
	Puntos de muestreo que se encuentran elevados incumpliendo la normativa ambiental aplicable

3.1.17 RESULTADOS DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS

En el Ecuador no existen tablas de límites permisibles ni normativa ambiental vigente para analizar resultados de sedimentos por lo que en el presente estudio se toma en consideración las tablas de Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. A continuación, el detalle de los resultados:

3.1.18 RESULTADOS DEL PARÁMETRO CROMO EN SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
Sector 1	Lluviosa	11.67	41.47	21.48	23.44	22.35	7.30
	Seca	19.40	36.80	26.33	27.14	25.50	4.95
Sector 2	Lluviosa	16.17	39.01	20.99	22.69	19.57	7.85
	Seca	19.80	32.10	23.42	24.08	22.50	4.79

*Desviación Estándar

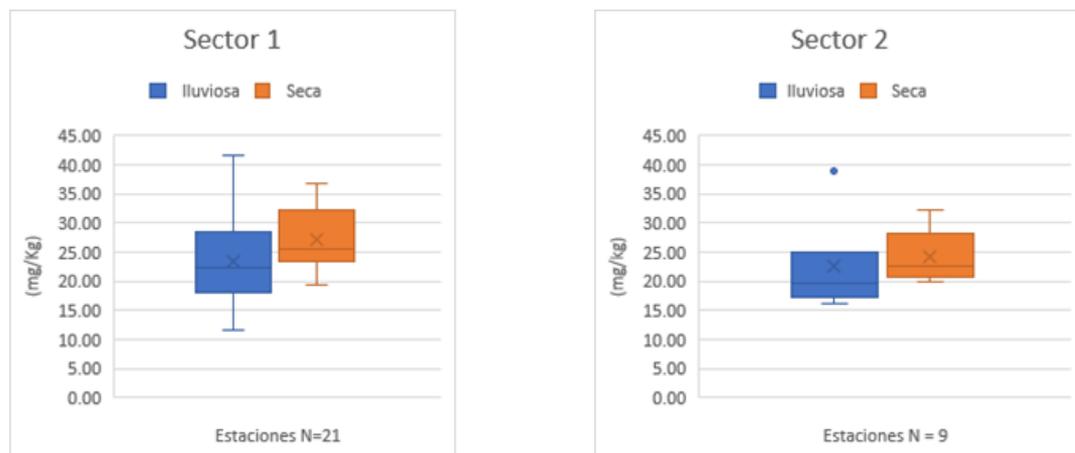


Figura 27.- a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de cromo en sedimentos, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, n= 30, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias no significativas entre épocas del año $p=0.18$. y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna

datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias no significativas entre épocas del año $p= 0.60$.

Según los valores de cromo en las 30 estaciones de monitoreo se encuentran por debajo del PEL y el ISQGs.

3.1.19 RESULTADOS DEL PARÁMETRO MERCURIO EN SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Sector	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
	Sector 1	Lluviosa	0.30	1.00	0.31	0.34	0.30
Seca		0.30	1.00	0.31	0.12	0.10	0.09
Sector 2	Lluviosa	0.30	1.00	0.31	0.31	0.30	0.03
	Seca	0.09	0.33	0.14	0.19	0.19	0.10

*Desviación estándar

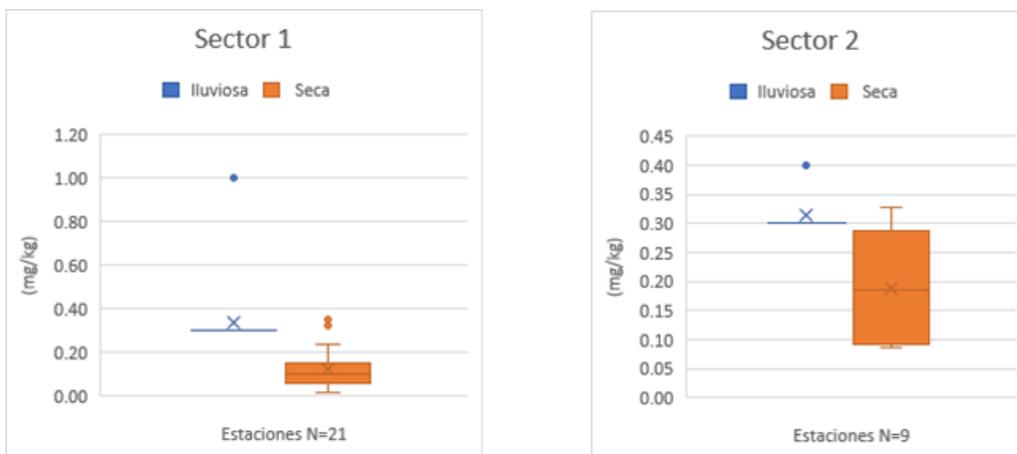


Figura 28.- a,b. Representación gráfica de datos estadísticos de mercurio en sedimentos, en el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, $n= 30$, época lluviosa y seca.

El sector 1 (a) (E1 a E12 y E22 a E30) zona del estuario externa, datos muestreados en bajamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p=0.00$. y sector 2 (b) (E13 a E21) zona del estuario interna datos muestreados en pleamar, se encontraron diferencias significativas entre épocas del año $p= 0.10$.

Según la normativa canadiense el valor de ISQGs permitido de mercurio en sedimentos es de 0.13 g.kg-1dw, y el PEL es de 0.70, recordando que más del 50% de los efectos adversos ocurren por encima del PEL. A continuación, el detalle de comparar los resultados, con esta norma:

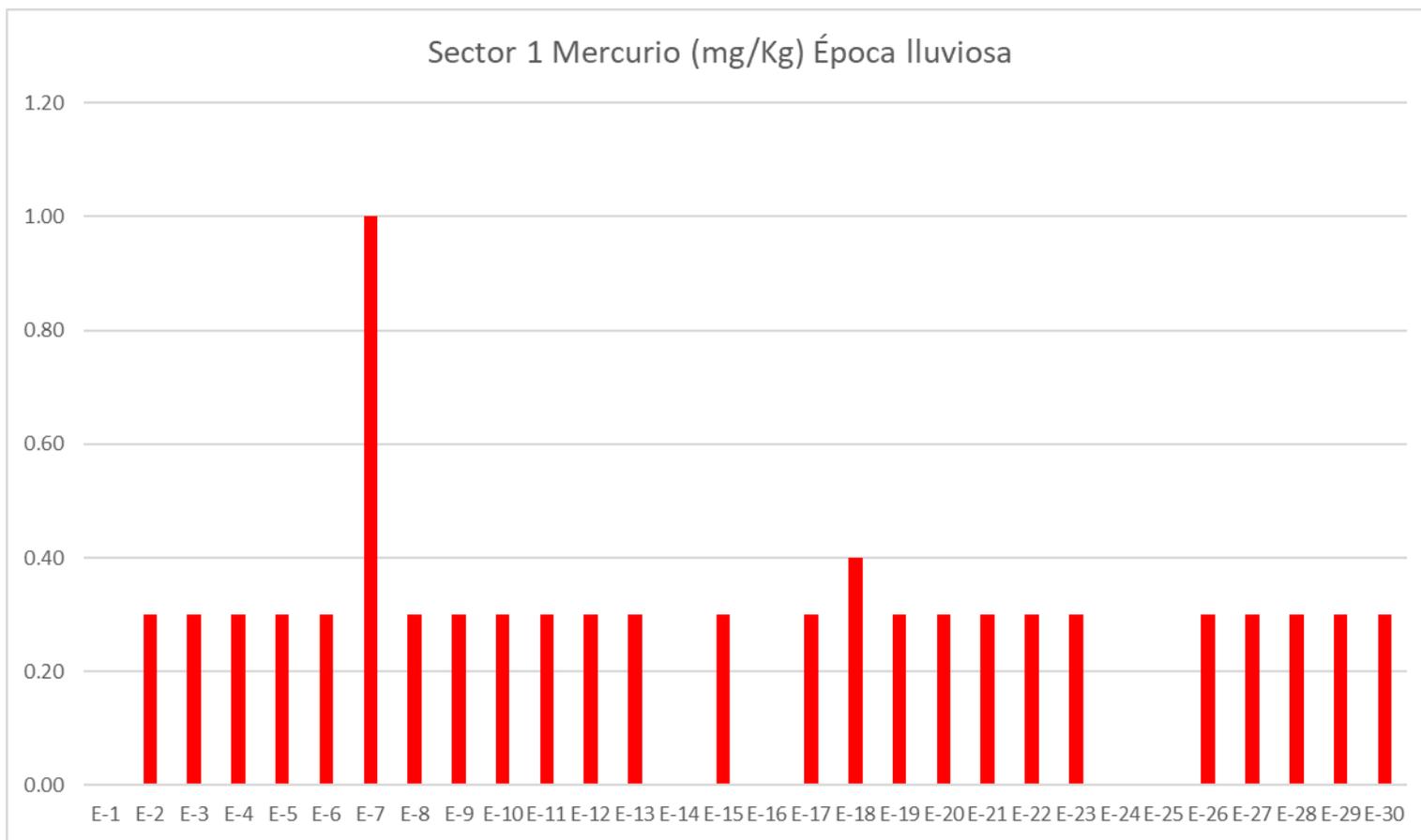


Figura 29.-Representación gráfica de datos del parámetro Mercurio en sedimentos por estaciones de monitoreo. Las estaciones con el color rojo representan resultados que pasan el valor del ISQGs y se encuentran fuera del límite. Época Lluviosa.

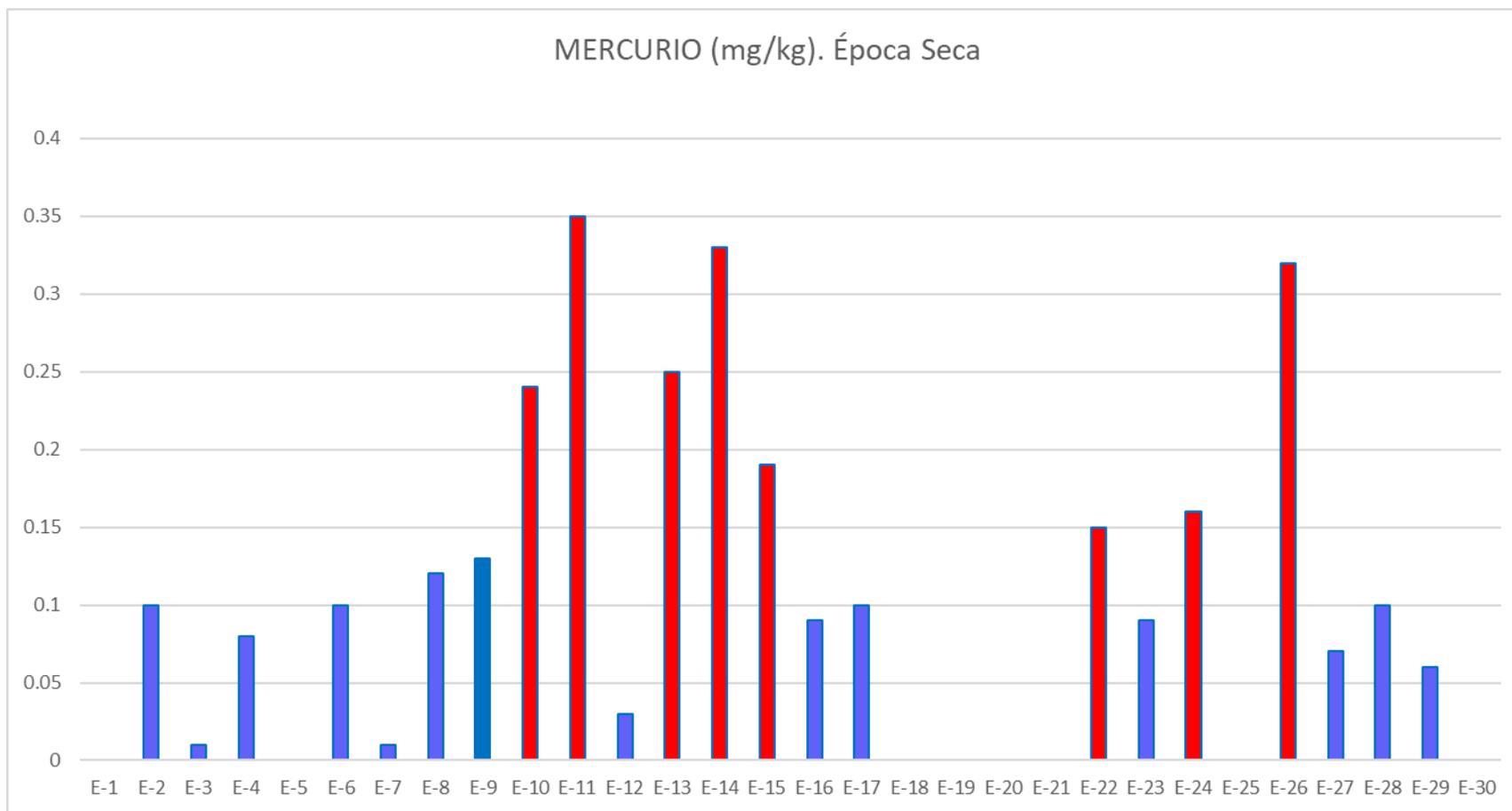


Figura 30.-Representación gráfica de datos del parámetro Mercurio en sedimentos por estaciones de monitoreo. Las estaciones con el color rojo representan resultados con el ISQGs elevado fuera del límite. Época Seca.

3.1.20 RESULTADOS DEL PARÁMETRO PLOMO EN SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
Sector 1	Seca	4.60	18.10	11.19	0.00	11.80	3.77
Sector 2	Seca	9.80	15.20	12.70	13.04	14.20	2.23

*Desviación Estándar

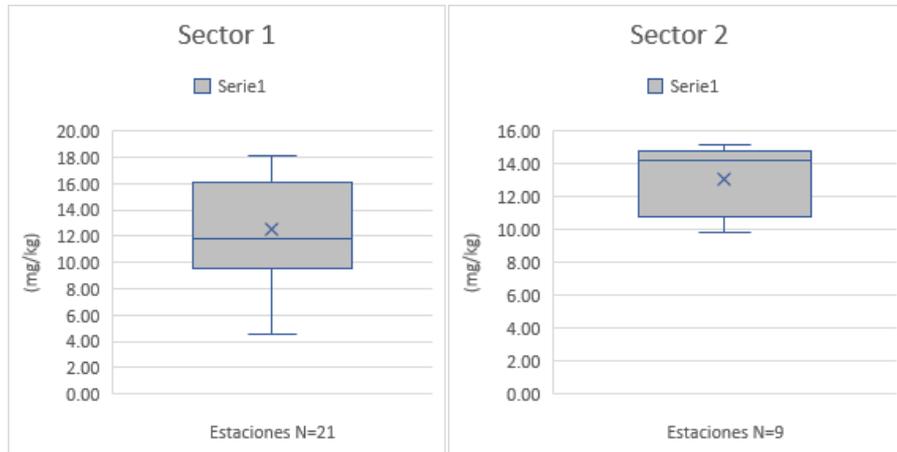


Figura 31.-Representación gráfica de datos estadísticos (mínima, máxima, cuartiles y media) de plomo en sedimentos en el área de estudio.

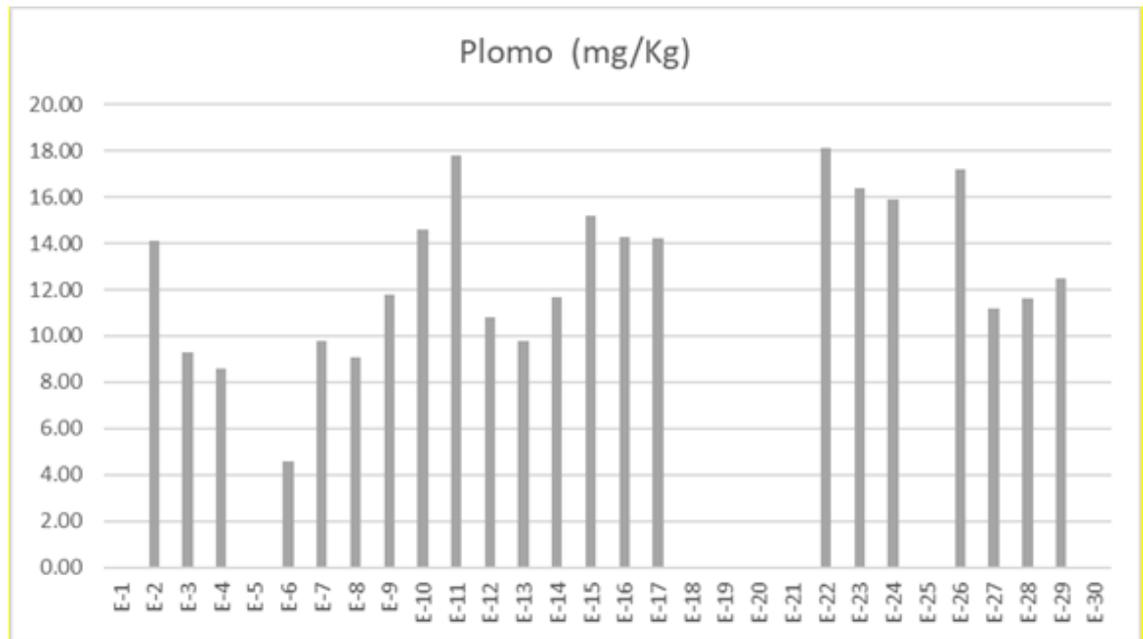


Figura 32.-Representación gráfica de resultados de concentración de Plomo en sedimentos por estaciones de monitoreo, las cuales están cumpliendo con la normativa ambiental ecuatoriana y norma canadiense.

3.1.21 RESULTADOS DEL PARÁMETRO COBRE EN SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Cuadro 29. Análisis de Resultados de cobre							
	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
Sector 1	Seca	14.5	23.5	18.81	19.23	18.65	2.87
Sector 2	Seca	19.5	22.4	20.82	20.88	21.1	1.21

*Desviación estándar

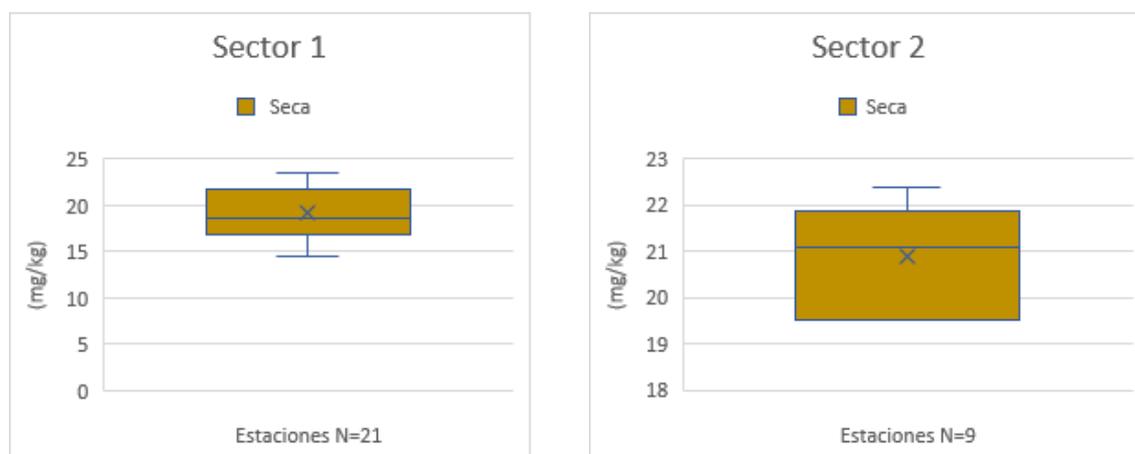


Figura 33.-Representación gráfica de datos estadísticos (mínima, máxima, cuartiles y media) de cobre en sedimentos en el área de estudio

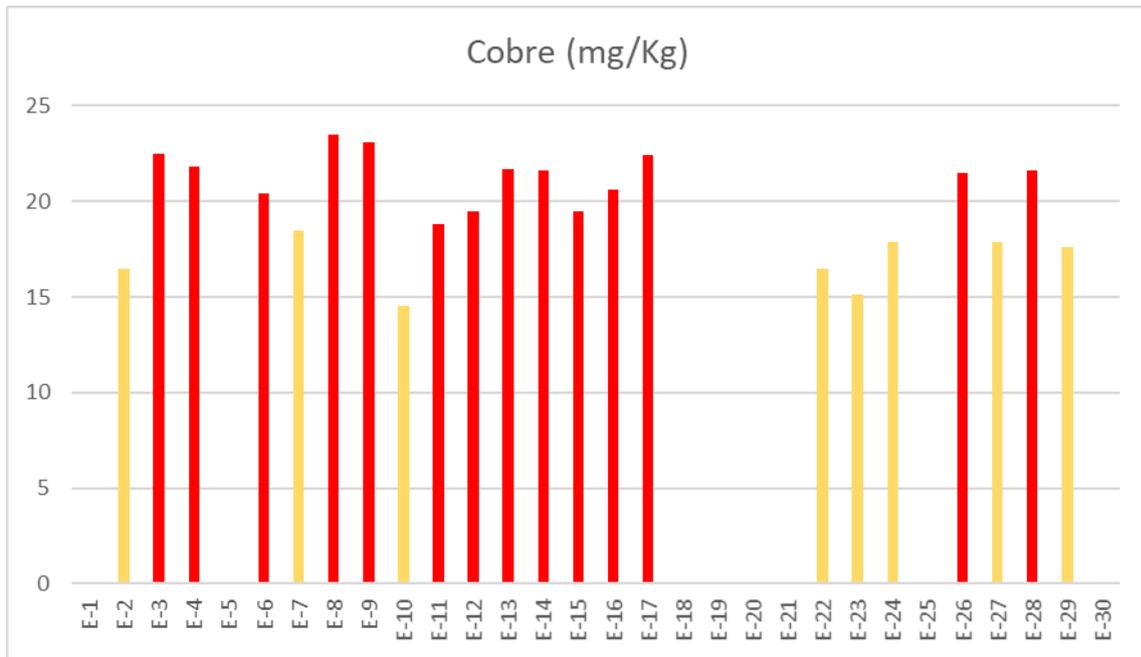


Figura 34.- Representación gráfica de datos del parámetro Cobre en sedimentos por estaciones de monitoreo. Las estaciones con el color rojo representan resultados con el ISQGs fuera del límite.

3.1.22 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS.

Se analizaron un total de 30 muestras de bentos, recolectadas en la Isla Corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone. A continuación, se detalla el análisis por sector.

	Época	Mínima	Máxima	Media	Promedio	Mediana	DS*
Sector 1	Lluviosa	1	56	4.87	16.22	8	17.02
	Seca	1	39	3.26	9.82	8	9.76
Sector 2	Lluviosa	6	21	9.21	12	9	7.93
	Seca	1	55	3.00	14.6	5	22.77

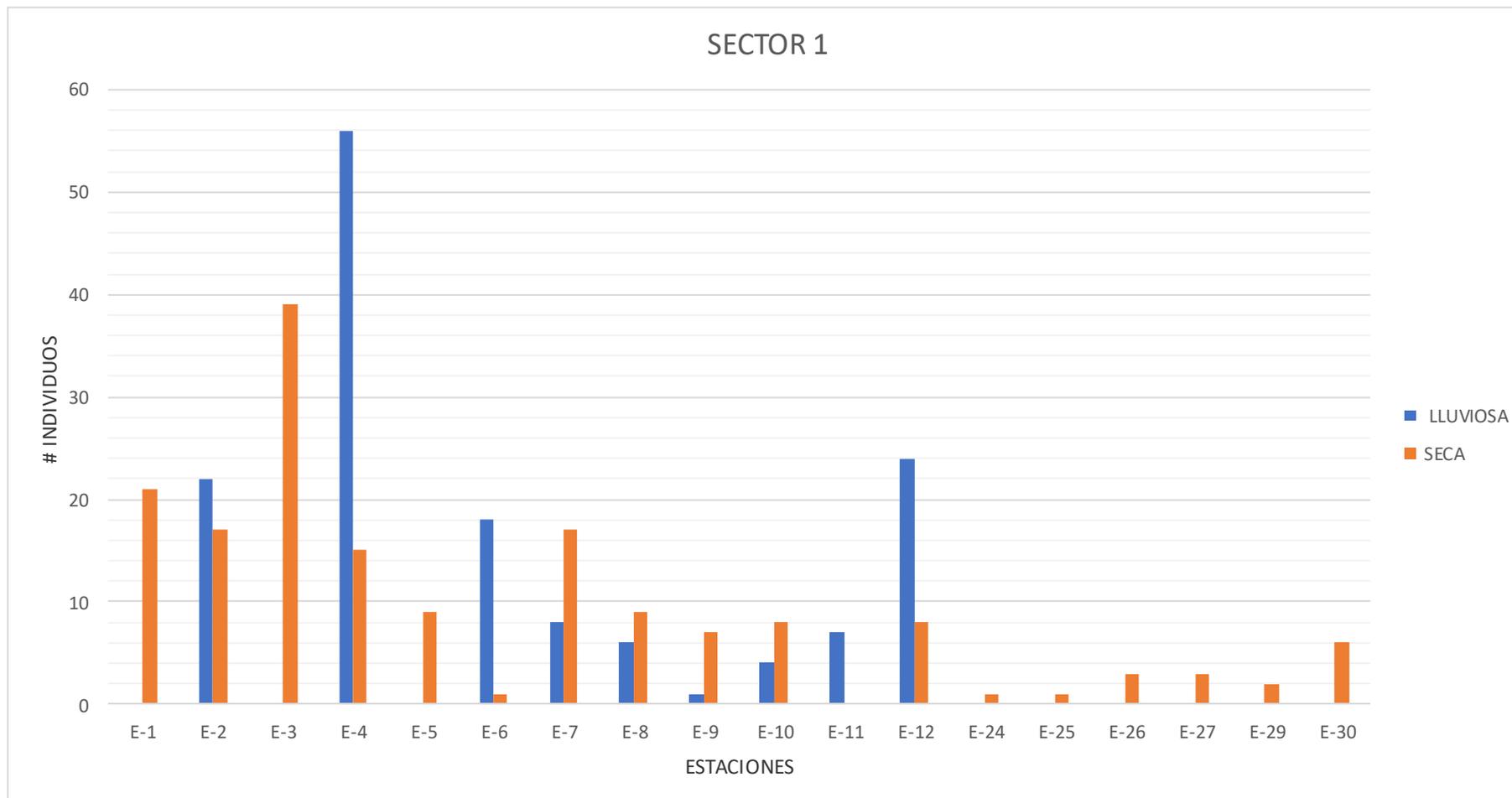


Figura 35.- Número de individuos por estaciones. Sector 1. Época Seca y Época Lluviosa.

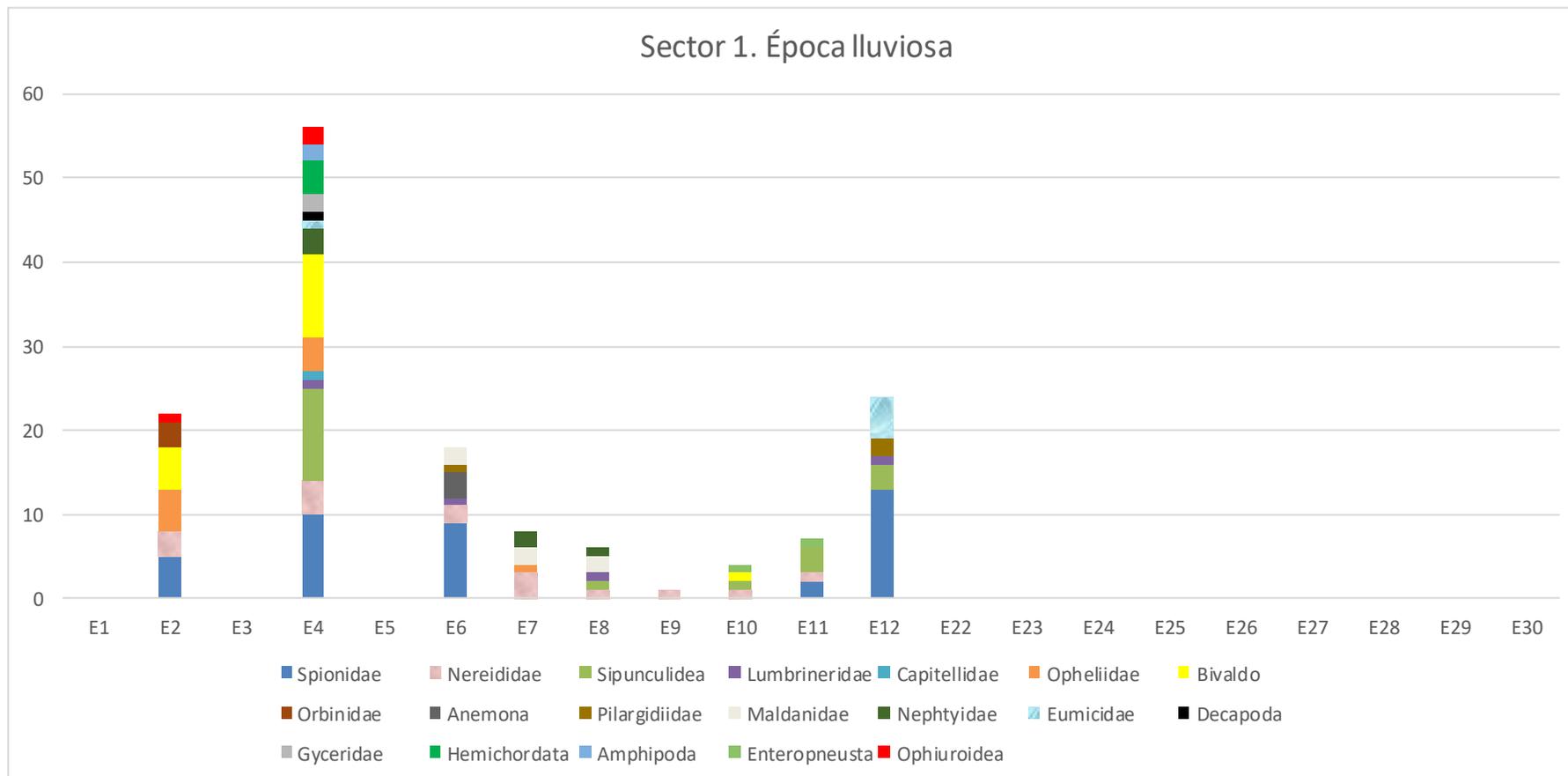


Figura 36.-Macroinvertebrados por estación. Época Lluviosa. Sector 1.

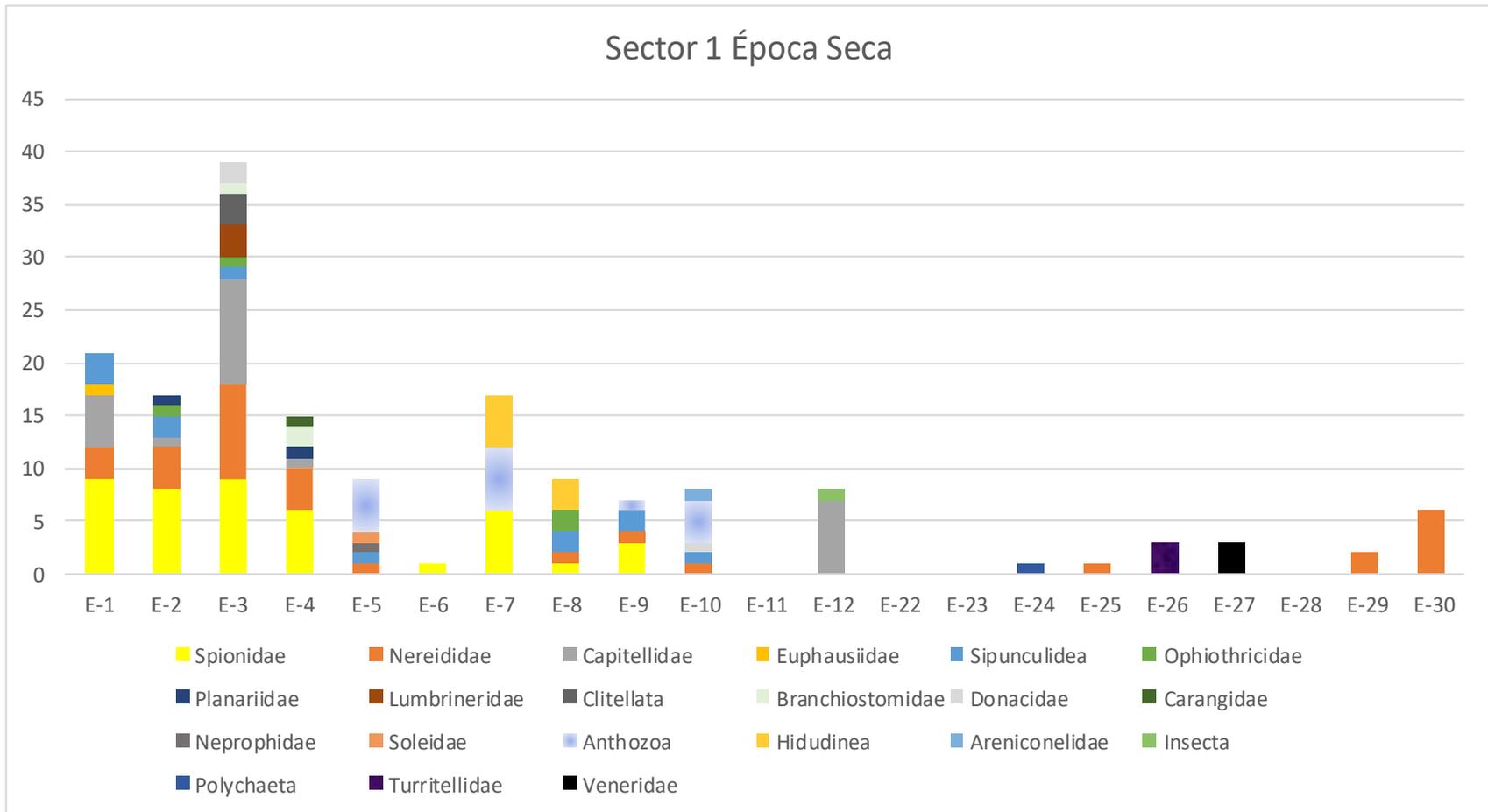


Figura 37.-Macroinvertebrados por estación. Época Seca. Sector 1.

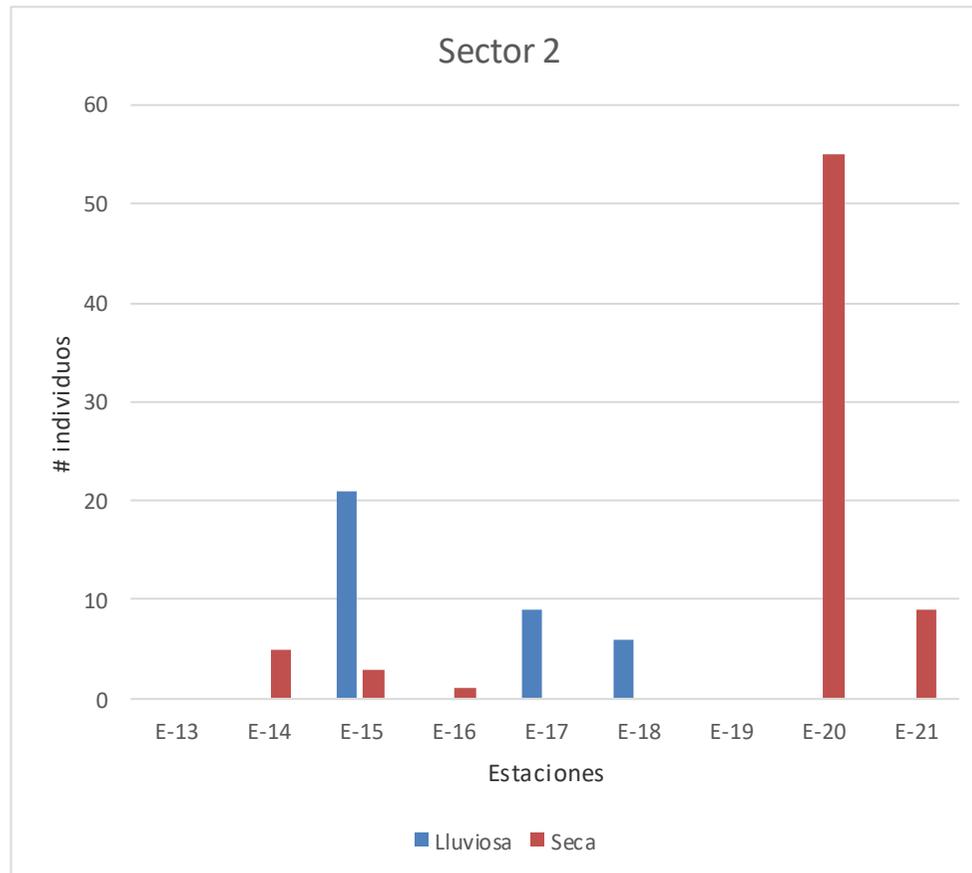


Figura:38 Número de individuos por estaciones. Sector 2. Época Seca y Lluviosa.

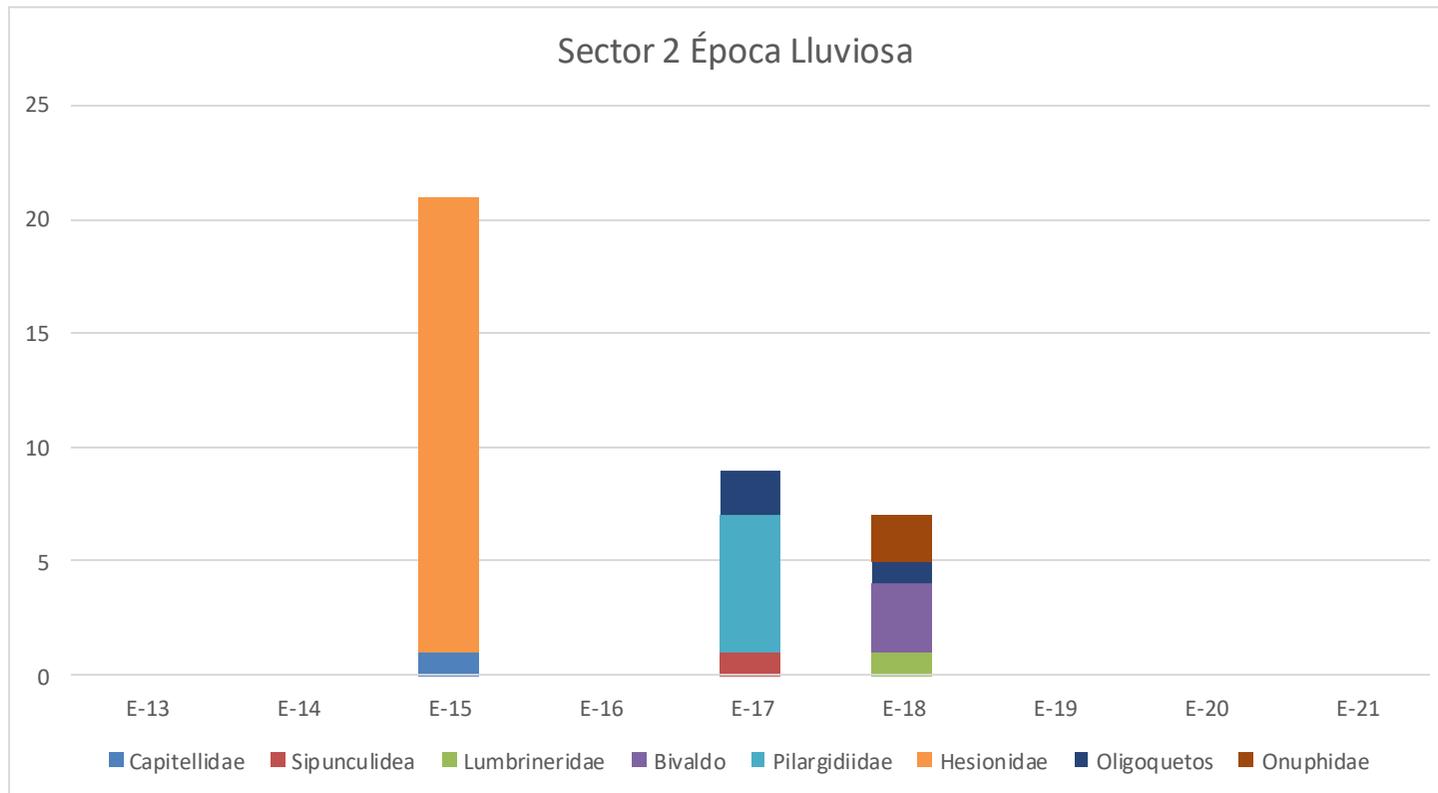


Figura 39.-Macroinvertebrados por estación. Época Lluviosa. Sector 2.

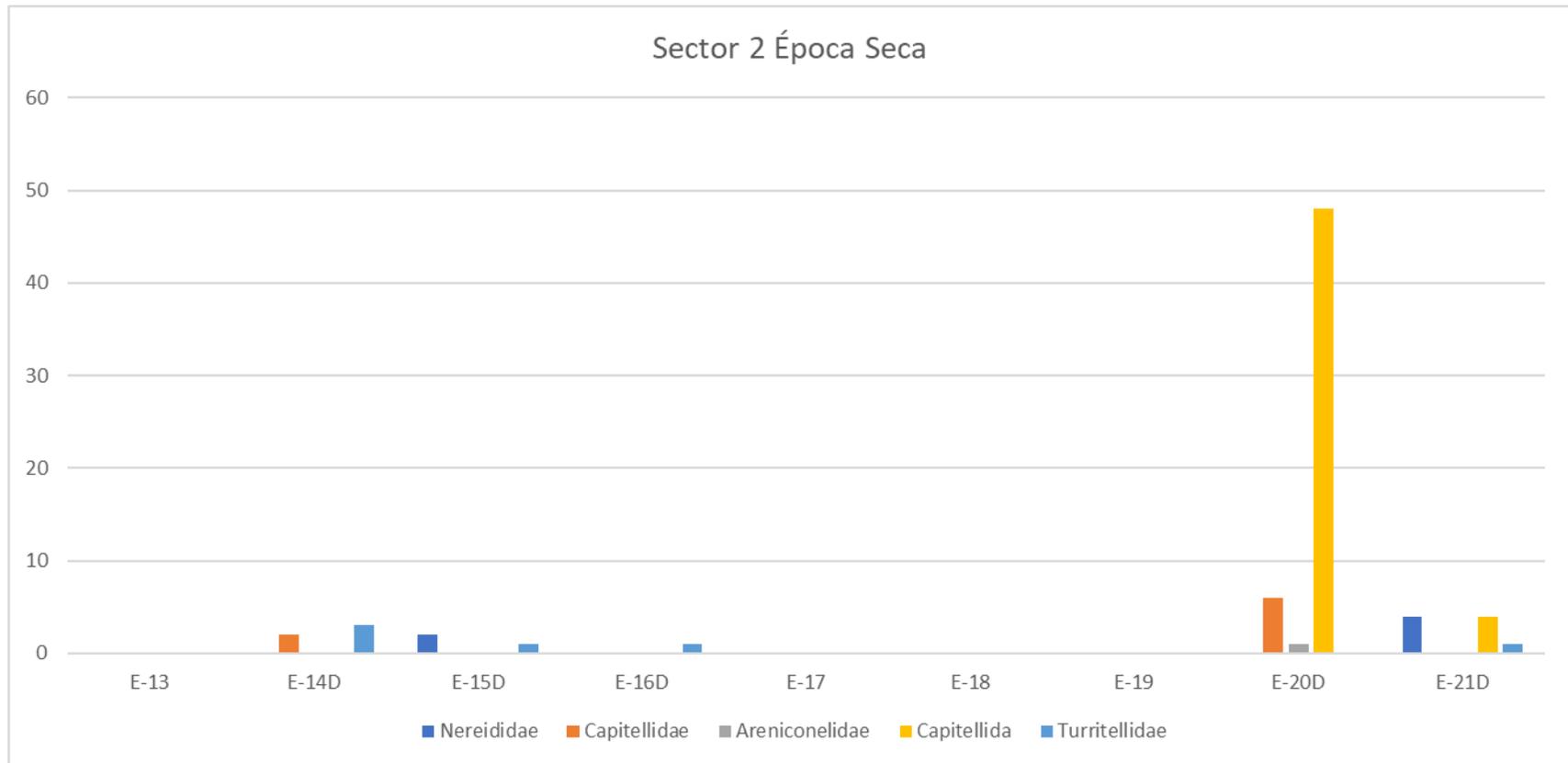


Figura 40.-Macroinvertebrados por estación. Época Seca. Sector 2.

3.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

El Índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El mínimo valor que puede adoptar es cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra ($s=1$, por lo que $s-1=0$).

El **índice de Shannon**, varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:1

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

donde:

- S – número de especies (la riqueza de especies).
- P_i – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos N_i/N .
- N_i – número de individuos de la especie i .
- N – número de todos los individuos de todas las especies.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Índice de Shaneven.- relación de la diversidad de Shannon observada con la diversidad máxima posible (es decir, diversidad cuando los individuos se distribuyen lo más uniformemente posible entre las especies).

El **índice de Simpson** representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad de un hábitat.

Los Índices de Diversidad por sector y época, se detallan a continuación.

ÉPOCA SECA

Cuadro 31. ÍNDICES DE DIVERSIDAD SECTOR 1 ZONA DEL ESTUARIO EXTERNA				
	Margaleft	Shannon	Shaneven	Simpson
E1	1.31383496	1.40576603	0.87345155	0.75238095
E2	1.76478062	1.44691898	0.80754086	0.74264706
E3	2.18366736	1.85448828	0.84401399	0.83265857
E4	1.84634687	1.52924829	0.85348972	0.79047619
E5	1.82047845	1.3030924	0.80965683	0.72222222
E6	0	0	0	0
E7	0.70591225	1.09507786	0.99678283	0.70588235
E8	1.82047845	1.52295507	0.94626519	0.86111111
E9	1.54169503	1.27703426	0.9211855	0.80952381
E10	1.92359339	1.38629436	0.86135312	0.78571429
E11	0	0	0	0
E12	0.48089835	0.37677016	0.54356444	0.25
E22	0	0	0	0
E23	0	0	0	0
E24	0	0	0	0
E25	0	0	0	0
E26	0	0	0	0
E27	0	0	0	0
E28	0	0	0	0
E29	0	0	0	0
E30	0	0	0	0
Promedio	0.733413606	0.628459319	0.402728763	0.345362693
Desviación Estandar	0.870548705	0.723343561	0.440474562	0.389072897

Cuadro 32 INDICES DE DIVERSIDAD SECTOR 2 ZONA DEL ESTUARIO INTERNA

	Margaleft	Shannon	Shaneven	Simpson
E13	0	0	0	0
E14	0.62133493	0.67301167	0.97095059	0.6
E15	0.91023923	0.63651417	0.91829583	0.66666667
E16	0	0	0	0
E17	0	0	0	0
E18	0	0	0	0
E19	0	0	0	0
E20	0.49908503	0.43336582	0.39446656	0.23030303
E21	0.91023923	0.96496292	0.8783471	0.66666667
Promedio	0.326766491	0.300872731	0.351340009	0.240404041
Desviación Estandar	0.40792567	0.381171675	0.447514184	0.312606273

Promedio y desviación estándar de resultados de Índices de Diversidad de la época seca sector 2.

ÉPOCA LLUVIOSA

Cuadro 33. INDICES DE BIODIVERSIDAD SECTOR 1 ZONA DEL ESTUARIO EXTERNA				
ID	Margaleft	Shannon	Shaneven	Simpson
E-1W	0	0	0	0
E-2W	1.61757727	1.69407689	0.94548231	0.84415584
E-3W	0	0	0	0
E-4W	3.22953148	2.30180165	0.87220601	0.89025974
E-5W	0	0	0	0
E-6W	1.72988128	1.45462471	0.81184151	0.73202614
E-7W	1.44269504	1.32088834	0.95281953	0.82142857
E-8W	2.23244251	1.56071041	0.9697239	0.93333333
E-9W	0	0	0	0
E-10W	2.16404256	1.38629436	1	1
E-11W	1.54169503	1.27703426	0.9211855	0.80952381
E-12W	1.25863192	1.2583179	0.78183687	0.66666667
E-22W	0	0	0	0
E-23W	0	0	0	0
E-24W	0	0	0	0
E-25W	0	0	0	0
E-26W	0	0	0	0
E-27W	0	0	0	0

E-28W	0	0	0	0
E-29W	0	0	0	0
E-30W	0	0	0	0
Promedio	0.7245951	0.58351183	0.34548074	0.31892353
Desviación estandar	1.01789848	0.78900154	0.45361614	0.42134881

Promedio y desviación estándar de resultados de Índices de Diversidad de la época lluviosa sector 1.

Cuadro 34. ÍNDICES DE DIVERSIDAD SECTOR 2 ZONA DEL ESTUARIO INTERNA				
ID	Margaleft	Shannon	Shaneven	Simpson
E-13W	0	0	0	0
E-14W	0	0	0	0
E-15W	0.32845874	0.19144408	0.27619543	0.0952381
E-16W	0	0	0	0
E-17W	0.91023923	0.84868556	0.77250689	0.55555556
E-18W	1.54169503	1.27703426	0.9211855	0.80952381
E-19W	0	0	0	0
E-20W	0	0	0	0
E-21W	0	0	0	0
Promedio	0.30893255	0.25746266	0.21887642	0.1622575
Desviación estándar	0.55388291	0.4731743	0.36920041	0.30333431

CAPITULO IV

4.1 DISCUSIÓN

TEMPERATURA

Entre los factores atmosféricos importantes de un estuario se encuentra la temperatura, ya que sus grandes fluctuaciones influyen en la determinación de organismos marinos debido a que estos provienen de un ambiente térmico relativamente estable. Así variaciones drásticas pueden causar cambios en la composición de organismos de un estuario. (Mclusky, 1971).

En el área protegida Isla corazón y su zona de amortiguamiento ubicada en el estuario del río Chone, se evidencia temperaturas en Abril 24.67°C y Octubre 26.81 °C en base a valores medios de temperatura mensual promedios de los años 2003 al 2012 levantadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (ANUARIOS INAMHI, 2003-2012).

Sin embargo, en el presente estudio se encontraron valores que fluctúan entre 28°C incrementándose en la zona del estuario interna hasta 30°C producto de la mayor o menor incidencia de los rayos solares en la columna de agua de acuerdo a las horas del día del monitoreo.

George Kell Reid manifiesta en su estudio *Ecology of Inland Waters and Estuaries* (1961), que la distribución de la temperatura varía de acuerdo a la profundidad, la fuente de agua dulce y las mareas, indica que la mayoría de los estuarios tienen poca profundidad por lo que es posible observar fluctuaciones diarias y estacionales en las temperaturas superficiales, las cuales son comunes en estuarios. Cita el ejemplo, en East Bay, bahía de Galveston, Texas, en donde el agua se calienta diariamente en julio 27°C en la mañana hasta 33°C en la tarde. (Reid, 1961).

Los resultados obtenidos fueron de muestras puntuales en contraste con los datos del INAMHI que fueron muestras compuestas, por lo tanto, si la temperatura superficial de un estuario varía diariamente y estacionalmente, se necesitaría de futuras investigaciones para tener un análisis más completo acerca de este parámetro.

Day J.W., en su libro *Consequences of Climate Change on the Ecogeomorphology of Coastal Wetlands. Estuaries and Coasts* (2008), menciona que el impacto del cambio climático en los estuarios incluye un incremento del nivel del mar, aumento de la temperatura del agua, cambios en la distribución de las lluvias y modificación de las tormentas, todos estos factores interactúan en diferentes escalas temporales y espaciales. (Day J.W, 2008).

Entre los procesos ecológicos que se ven afectados por el cambio climático: se encuentran la productividad, la dinámica poblacional, la abundancia y distribución de especies, entre otros. Algunos organismos pueden ser reemplazados por otros grupos por nuevas condiciones climáticas generalmente por una mayor temperatura media y concentración atmosférica de CO₂ (Lorente et al., 2004).

Los procesos fisiológicos de los organismos son afectados por la temperatura, puede haber daños en las proteínas, funciones de los órganos entre otros. (Somero, 2002).

Por lo tanto, el cambio climático es otro factor que se debe de considerar para futuras investigaciones.

POTENCIAL DE HIDROGENO pH

En los sistemas estuarinos es importante tener en consideración el pH ya que si existen variaciones fuertes pueden resultar dañinas para este ecosistema. Un alto o bajo pH puede romper el balance de los químicos del agua y movilizar a los contaminantes, causando condiciones tóxicas. Por ejemplo, Bashkin. (2002), indica que la solubilidad del estuario depende fuertemente de los valores de pH, y otros factores, lo que puede

influir sobre las formas y el destino de los compuestos de cobre en el agua y en las soluciones del suelo (Bashkin, 2002).

Los valores de pH pueden variar por la fotosíntesis activa que experimenta el fitoplancton lo que hace que el pH aumente y disminuye por la respiración de animales o concentraciones grandes de material orgánico. Otros factores que afectan al pH del agua son minerales disueltos en el agua, aerosoles, polvo del aire, actividad bacteriana, y actividad antrópica como desbordamiento de aguas residuales y derrames mineros, etc. (Reid, 1961)

Según Environmental Protection Agency (2006), los niveles de pH promedio dentro de un estuario están entre 7 a 7.5 en secciones más dulces y entre 8 y 8.6 en las zonas más salinas. Además, cabe mencionar que algunas especies a pH por debajo de 5 o por encima de 9 pueden presentar problemas para sobrevivir. (EPA, 2006).

La normativa ambiental vigente ecuatoriana menciona que el límite permitido de pH en agua marina y de estuarios es de 6.5 a 9.5.

En este estudio el pH, en época seca oscila de 7.6 a 8.2 y en la época lluviosa los resultados oscilan entre 7.3 a 8.8, por lo tanto, se evidencia que el estuario los días del monitoreo mantuvo una tendencia alcalina, y que se encuentra dentro del rango recomendado por el Environmental Protection Agency y la normativa ambiental vigente ecuatoriana.

CONDUCTIVIDAD Y SALINIDAD

Una de las propiedades más importantes de los estuarios es la salinidad por su distribución a lo largo de este ecosistema. Este parámetro estará determinado por la topografía del estuario, estado de la marea, estaciones del año y grado de influjo de agua dulce. (Coleman y Roberts, 1989) (Levinton, 1982).

Levinton (1982), manifiesta que para alterar significativamente la estructura de salinidad en un sistema estuarino de gran tamaño se requiere de fluctuaciones muy grandes en el influjo de agua dulce, en contraste de lo que ocurre en estuarios pequeños donde pulsaciones en el

influjo de agua dulce pueden causar enormes fluctuaciones en la salinidad en un lapso de unos pocos días. (Leviton,1982).

Mclusky (1989), manifiesta que en un estuario hay dominancia de especies dulceacuícolas y gradualmente van reemplazándose por especies marinas a medida que se manifiesta el gradiente creciente de salinidad.

Remane (1934), en su trabajo al zoobentos estuarial manifiesta que la diversidad varía a lo largo de un gradiente de salinidad y que en salinidades intermedias es donde se encuentran las especies verdaderamente estuariales. Whitfield et al. (2012), al realizar una exploración al trabajo de Remane establece algunas generalidades entre ellas que la diversidad de especies es mayor en regiones de mayor salinidad, que en las regiones estuariales oligohalinas (agua salobre entre 0.5 y 3‰ de salinidad) o de agua dulce, que los índices de biodiversidad comienzan a decaer con salinidades de 40 en los estuarios y la mayoría de las especies no son capaces de sobrevivir con salinidad >50. (Remane 1934), (Whitfield et al. 2012).

En el área de estudio se evidencian que los valores de salinidad y conductividad son mayores en la época lluviosa sector 1 (12.13ppt-27.23ppt), sector 2 (0.91ppt-9.59ppt), que en la época seca, sector 1 (0.40 ppt-16.29), sector 2 (0.45ppt-9.66ppt), sin embargo, están dentro de los rangos permitidos y que son saludables para la mayoría de especies, tomando en consideración lo descrito anteriormente la variación observada de salinidad influye la estación del año, la marea, el horario de muestreo, el influjo de agua dulce, ya que en época seca el sector 1, se muestreo iniciando en bajamar posterior paulatinamente iba subiendo la marea (flujo) y en época lluviosa el sector 1, las estaciones E1, E2, E3, E4, E5, E22 y E23 obtuvieron valores mayores a las demás estaciones oscilando entre 27.23 a 22.92 ppt de salinidad debido a que se monitorearon con la marea bajando (reflujo) encontrándose

completamente en bajamar a partir de la estación E6 y E24, el sector 2 se muestreo en pleamar.

Para muchos autores, las mareas constituyen un subsidio energético que modela los principales procesos físicos, químicos y biológicos en estos ambientes, ya que determina la depositación o erosión de sedimentos, los flujos de nutrientes y materia orgánica, el lavado de toxinas y la oxigenación del sustrato (Mitsch y

Gosselink, 2007). Estos factores físicos determinan procesos químicos clave y, en última instancia, ejercen una influencia crítica sobre la biota.

Es preciso indicar que el parámetro Salinidad y conductividad no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios en este cuerpo legal.

SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS, TURBIDEZ Y SÓLIDOS VOLÁTILES

Entre los parámetros físico químicos que pueden modificarse durante el proceso de la mezcla de agua dulce y agua marina en un estuario, se encuentra el material particulado en suspensión por ejemplo puede provenir de diversas fuentes de agua sean marinas o dulces o de la influencia de corrientes o mareas las cuales producen agitación sobre el sedimento depositado que genera resuspensión del material más fino. (Middelburg y Herman, 2007; Uncles y Stephens, 2010).

La circulación de partículas en suspensión en el estuario se produce a diferentes escalas temporales, asociadas a dinámica mareal, ocurrencia de precipitación, variaciones estacionales y descargas del río. Esta concentración se relaciona con otros parámetros como el oxígeno disuelto, la turbidez, la temperatura.

Los sólidos en suspensión en la columna de agua generan turbidez, el valor en NTU es proporcional a la concentración de los sólidos en suspensión.

En el diagnóstico ambiental de las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, informe preparado para el Ministerio del Ambiente por la empresa

consultora Ecobiotec del Ecuador (2009), se mencionan resultados obtenidos en el monitoreo desde el río Carrizal hasta el río Chone, donde indican que hay valores de sólidos totales suspendidos cuya tendencia es que aumenten y vayan descendiendo corriente abajo por el curso del río, entre los lugares monitoreados se encuentran Río Chone estuario canal arriaga(99,4mg/l), en el muelle Portovelo (75,67 mg/l), en el castillo del pilote 1 del puente Bahía San Vicente (11,33 mg/l),. (Ecobiotec, 2009).

Los resultados obtenidos en el monitoreo de sólidos totales suspendidos en época lluviosa sector 1 zona del estuario externa mantienen un promedio de 0.06 g/l y en el sector 2 un promedio de 0.10 g/l.

En época seca los resultados de los sólidos totales suspendidos sector 1 zona del estuario externa el promedio es de 0.08 g/l y en el sector 2 zona del estuario interna el promedio es 0.07 g/l

La parte interna del estuario, presentó la mayor concentración de sólidos totales suspendidos, disminuyendo a medida que aumentaron las concentraciones salinas, siendo las estaciones próximas al mar las que presentaron menor cantidad, este comportamiento se ha observado en otros estudios como el de Ecobiotec (2009), lo que puede ser debido a la floculación de los sedimentos en presencia de sales inorgánicas del agua estuarina y al aporte de material que se va incorporando por impactos erosivos de las actividades humanas. (Middelburg y Herman, 2007; Uncles y Stephens, 2010; Ecobiotec, 2009).

Es preciso indicar que el parámetro Sólidos totales en suspensión (mg/l) no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

Sobre la turbidez en el área de estudio Knight Piésold (2002), monitoreo concentraciones de turbidez promedio de 748 NTU, valor muy alto, influenciado por la alta carga de sedimentos que recibe el estuario.

En el presente estudio época seca sector 1 se presentó un valor promedio de 52.16 NTU y en el sector 2 zona del estuario interna un promedio de 71.01 NTU.

En la época lluviosa sector 1 un promedio 36.62 NTU y sector 2, zona del estuario interna un promedio de 74.22 NTU.

Se evidencia que en comparación con estudios anteriores la Turbidez del estuario del Río Chone ha disminuido.

Los resultados de los sólidos volátiles en época lluviosa sector 1 y sector 2 mantuvieron un promedio de 0.02%. y en época seca sector 1 (25.19%) y en el sector 2 (21.80%).

En época seca los porcentajes de sólidos volátiles fueron mayores que en época lluviosa. Es preciso indicar que el parámetro Sólidos volátiles (%) no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

NUTRIENTES

Los flujos de nutrientes son modificados en un estuario por ciclos biogeoquímicos, que es la transformación biológica de los elementos causando su reciclado total. (Atlas y Bartha, 2002).

La dinámica de los nutrientes (C, N, P y Si, principalmente), radica en que son asimilados por el fitoplancton productor primario que a su vez sirven de alimento a los productos secundarios (zooplancton y peces). Para recuperar el nivel de nutrientes en un estuario las bacterias descomponen la materia orgánica, flora muerta y tejidos de animales. (Redfield et al., 1963; Hoppema and Goeyens, 1999).

NITRITOS Y AMONIO

Después del Oxígeno, Carbono e Hidrógeno, el Nitrógeno es uno de los elementos biogénico esencial para la vida, ya que es necesario para que todas las plantas y animales vivientes produzcan proteínas pues es componente de los aminoácidos, clorofila y otras moléculas orgánicas. (Vaccaro, 1965; Brock y Madigan, 1993; Atlas y Bartha, 2002).

El Nitrógeno se encuentra en la atmosfera (N_2), y en menor escala como (NO y NO_2) y amoniaco (NH_3). En el agua en su forma inorgánica (NH_4^+), nitrato (NO_3) y nitrito (NO_2). La suma de todas las concentraciones en agua se la conoce como Nitrógeno Total (Thomson y Tracey, 2005).

Thomson y Tracey (2005), manifiestan que el ciclo biogeoquímico del nitrógeno está mayoritariamente mediado por organismos vivos, el cual puede ser reciclado y utilizado en el estuario antes de su transporte a mar abierto o su devolución a la atmósfera. Entre los procesos que afectan al ciclo, en un estuario se encuentran: La Fijación de N_2 , Asimilación, Amonificación, Nitrificación. (Thomson y Tracey, 2005).

Herbert (1999), indica que la fijación de N_2 , es el proceso por el cual organismos como cianobacterias en el caso de estuarios, son capaces de absorber el nitrógeno (N_2) y convertirlo en amoníaco (NH_3) o amonio (NH_4^+), a través de una reducción enzimática con lo cual éste es incorporado a la materia orgánica. (Herbert, 1999).

Dugdale (1985), expone que la asimilación es la conversión del nitrógeno inorgánico (NH_4^+ y NO_3^-) en orgánico a través de la absorción del fitoplancton y otras plantas acuáticas. (Dugdale, 1985).

Varios autores manifiestan que la amonificación: es el proceso primario que convierte el N orgánico reducido ($R-NH_2$) a N inorgánico reducido (NH_4^+) a través de la acción de los microorganismos (bacterias) y la nitrificación. Es el proceso aeróbico por el cual los microorganismos oxidan el NH_4^+ a NO_3^- . Es una combinación de dos procesos bacteriales un grupo de organismos oxida NH_4^+ a NO_2^- y luego otro grupo de organismos oxida NO_2^- a NO_3^- . (Koops y Pommerening-Röser, 2001; Risgaard-Petersen et al., 2004).

Existen estudios sobre impactos a los nutrientes de estuarios generados por la construcción de represas sin embargo, la magnitud del impacto de la descarga del río en las aguas adyacentes dependerá de la variabilidad del régimen de su flujo y la distancia a la boca del estuario. (Humborg et al., 1997).

Hay que considerar también que hay estudios en que las áreas que reciben descargas fluviales presentan concentraciones mucho más elevadas de nutrientes y fitoplancton que zonas continuas de mar abierto, de igual manera una reducción de la descarga de agua dulce en estas

áreas puede causar una disminución de nutrientes. (Popovich y Marcovecchio, 2008).

Al realizar el análisis de los nutrientes se tiene que considerar que el estuario del Río Chone tiene la influencia de la presa Simbocal y la represa La Esperanza por lo que puede ser un factor para que varíen estos resultados. En el área de estudio, los valores del Amonio en el sector 1 zona del estuario externa en época lluviosa mantuvieron un promedio de 0.16, y en época seca 0.18. En el sector 2 zona del estuario interna en época lluviosa mantuvieron un promedio de 0.13 y en época seca de 0.19. Los valores encontrados de nitritos en la época lluviosa en el sector 1 zona del estuario externa mantienen un promedio de 0.02 y en el sector 2 zona del estuario interno un promedio 0.03 mg/l. Estos valores se deben a que en aguas oxigenadas la concentración de nitritos es baja, pero a medida que las condiciones se tornan hipóxicas la concentración de este compuesto aumenta. (Roldan G., Ramírez J., 2008) otras de las razones para que su concentración sea baja es porque es un ión inestable y muy reactivo que puede actuar como agente oxidante y reductor. (Albert, L., 1997).

Los valores encontrados de nitritos en la época seca en el sector 1 mantienen un promedio de 0.18 y en el sector 2 un promedio de 0.21 mg/l. Se evidencia que en la época seca hay mayor cantidad de nitritos que en la época lluviosa y en el sector 2 zona del estuario interna hay una tendencia a elevarse los nitritos. Se considera que influye las camaronerías que están en el área protegida y su área de amortiguamiento debido a que en la época seca tienen una mayor producción, por lo que hay más descargas hacia el estuario, y hay mayoría en el sector 2, los valores de nitritos también varían de acuerdo a las oxidaciones químicas y/o biológicas.

Es preciso indicar que el parámetro Nitritos (mg/l) y amoníaco (NH_4^+), no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

FOSFATOS

El fosfato es un elemento importante ya que está ligado a la transferencia de energía y en el pasaje de la información genética (ATP, ADP), ácidos nucleicos y fosfolípidos. Este elemento se encuentra en el suelo, agua, organismos, rocas, a diferencia del nitrógeno no se encuentra en la atmósfera de manera natural.

En ausencia de sulfato, nitrato y oxígeno algunos microorganismos del sedimento pueden utilizar el fosfato en condiciones ambientales apropiadas (Atlas y Bartha, 2002).

Benitez Nelson (2000), manifiestan que en los estuarios, más del 90 % del fósforo particulado es remineralizado en los sedimentos y liberado a través del agua intersticial, pero gran parte del fósforo en los sedimentos estuarinos se encuentran adsorbido a las partículas del suelo o formando compuestos (Benitez-Nelson, 2000).

El fósforo por encontrarse en el sedimento no está disponible para el crecimiento del fitoplancton, pero cambios en los parámetros de salinidad, concentración de oxígeno y ph pueden variar estas condiciones (Flindt et al., 2002; Lillebø et al., 2002).

Al igual que el nitrógeno varios procesos controlan el ciclo biogeoquímico del fosfato en el estuario.

Froelich (1988); Benitez-Nelson, (2000), manifiestan que la fuente principal de fósforo disuelto es la erosión de las rocas continentales se presume que el 5% a 10% es llevado a los océanos en su forma disuelta y el resto es llevado en los sedimentos en suspensión de los ríos (Froelich, 1988; Benitez-Nelson, 2000).

En el área de estudio los valores de fosfatos en la época lluviosa en el sector 1 zona del estuario externa mantiene un promedio de 0.73 y en el sector 2 zona del estuario interna mantiene un promedio 0.96.

En la época seca en el sector 1 se observó un promedio de 0.40 mg/l y en el sector 2 zona del estuario interna un promedio de 0.48.

Los resultados de la época lluviosa sector 1 y sector 2 son superiores a los de la época seca en los dos sectores. Una de las actividades antropogénicas en la parte alta del estuario es la agricultura en donde utilizan fertilizantes lo que por medio de la escorrentía producto de las lluvias, puede influir en los niveles altos de fósforo en la época lluviosa, también la erosión de rocas continentales y otro factor a considerar son las camaroneras del sector.

Por lo que se toma en consideración a Roldan G, Ramírez J, (2008), en que en sus trabajos manifiesta que las descargas de aguas residuales y de piscinas camaroneras, pueden influir en los resultados de fosfatos y otro factor a considerar es que en ciertos sitios el excremento de aves marinas es rico en fósforo lo que también puede ser un factor. (Roldan G, Ramírez J, 2008),

Es preciso indicar que el parámetro Fosfatos (mg/l) no se puede comparar con la normativa ambiental vigente ecuatoriana, ya que no se establece un límite permisible para estuarios.

Varios actores como Galloway (2005); Rabouille et al (2001); Caccia y Boyer(2007), en sus trabajos llegan a la conclusión que los nutrientes ingresan a un estuarios por varias vías tales como desagües, desechos urbanos e industriales, aportes atmosféricos, excreción de los animales, la descomposición de animales y vegetales muertos, y los aportes de fertilizantes usados en la agricultura y ganadería, considerando que los ríos transportan una importante carga de material que proviene de los lixiviados y escorrentías de la cuenca que drenan. (Galloway 2005); (Rabouille et al 2001); (Caccia y Boyer, 2007).

Al elevarse los nutrientes, especialmente de N y P, más el aporte de fuentes antropogénicas, puede conducir a graves problemas de eutroficación en los ambientes acuáticos (Rabouille et al., 2001; LOICZ, 2001; Ruttenberg, 2005, Lillebø et al., 2005; Camargo y Alonso, 2007; Heisler et al., 2008).

OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto es un indicador usado para evaluar la salud de un sistema acuático, debido a que la hipoxia o anoxia tienen un significativo efecto ecológico (Breitburg, 2002).

Estudios de la JICA-Nippon Koei (1995) y Knight Piésold (2002), determinaron niveles de OD en el agua del estuario del Río Chone de 7,10 mg/l y 6,00 mg/l en promedio respectivamente.

En los valores encontrados en el presente monitoreo realizado en la época lluviosa en el sector 1 zona del estuario externa mantiene un promedio de 4.67 mg/l, en el sector 2 zona del estuario interna un promedio de 4.79 mg/l.

En la época seca en el sector 1 zona del estuario externa mantiene un promedio 7.55 mg/l, en el sector 2 zona del estuario interna un promedio 11.38 mg/l.

En época seca se observan valores relativamente mayores en comparación con la época lluviosa.

Al comparar los resultados del monitoreo citado por JICA-Nippon Koei (1995) y Knight Piésold (2002), con los resultados del actual monitoreo, se observa que en la época lluviosa y seca los valores monitoreados en 2015 y 2016 son superiores.

Entre los factores que pueden ocasionar varíen los valores de oxígeno disuelto se encuentra la turbulencia de la corriente, los cambios de temperatura en la columna de agua o presencia de materia orgánica en descomposición en los sedimentos superficiales de fondo, fotosíntesis. (Roldán, 2003).

Según la EPA (2002), los niveles de oxígeno disuelto de más de (4 mg/l) indican suministro adecuado de OD para apoyar el crecimiento de las especies acuáticas, niveles 1 a 3mg/l indican condiciones de hipoxia que son perjudiciales para la vida marina, y por debajo de 1 mg/l indica anoxia. (EPA, 2002).

En el presente monitoreo se detectó estaciones en la época lluviosa sector 1 (E7, E8, E9, E10 y E29) que tuvieron resultados (2 a 3.84 mg/l).

Al comparar con la normativa ambiental ecuatoriana vigente, los resultados de DO% en la época seca de las estaciones E1, E22, E27 y E28 son menores que 80% el límite permisible permitido. los valores de la estación E 22 son menores que 60%.

En la época lluviosa los valores resultados de las estaciones E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E26, E29, E30, son menores que 80% el límite permisible permitido y los valores resultados de las estaciones E7, E8, E9, E10, E17, E19, E29, E30, son menores que 60%.

Resultados por debajo del mínimo admisible, pueden deberse a condiciones de anoxia por la poca actividad fotosintética y escasa penetración de los rayos solares en la columna de agua a profundidades.

GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS Y MATERIA ORGÁNICA

A los estuarios se los ha considerado como sumideros de materia orgánica debido a que tienen una alta productividad, relacionada a la diversidad de planta, animales y bacterias. (Olsen, S.B, Padma, TV & Richter).

La eutroficación es la producción acelerada de materia orgánica, particularmente algas, en un cuerpo de agua (Briker et al., 1999).

Una de las mayores amenazas que afectan a los estuarios es el aporte de materia orgánica a partir de fuentes externas. (Zaggia et al., 2007).

En el área de estudio los valores de materia orgánica en la época lluviosa sector 1 zona del estuario externa mantienen un promedio de 2.90% y en el sector 2 un porcentaje promedio de 2.12%.

En la época seca en el sector 1 zona del estuario externa mantiene un promedio de 3.73% y en el sector 2 zona del estuario interna 2.92%.

Se observa un mayor porcentaje de materia orgánica en la época seca en comparación con la época lluviosa. Los resultados son aceptables para que exista vida dentro de la isla.

De acuerdo a la medición del porcentaje de materia orgánica en la época seca, la mayor cantidad de Materia Orgánica encontrada en los sedimentos fue en la Estación 9, 11, 22 y 30 que para sus propiedades físicas indica mejor agregación y estabilidad de los agregados del suelo reduciendo la susceptibilidad a la escorrentía y erosión y para sus propiedades químicas indica alto porcentaje de intercambio iónico y pérdidas de fuentes de nutrientes. Mientras que la menor cantidad de materia orgánica fue encontrada en la Estación 8 ocurriendo los efectos contrarios descritos anteriormente.

De acuerdo a la granulometría, el tipo de suelo predominante en los análisis fue tipo arena. Lo cual es coherente puesto que los análisis se realizaron en un estuario, con introducción diaria de agua de mar, este aporta con mucho material que es congruente con las mismas características o características similares a las regiones costeras que se encuentran cerca del estuario; por otro lado también tiene ciertas características por su alimentación debida a ríos cercanos y que en donde piscinas camaroneras vierten sus aguas tratadas.

COLIFORMES FECALES Y COLIFORMES TOTALES

Los coliformes totales y fecales son indicadores bacteriológicos de un estuario (EPA, 2006).

Los valores de coliformes Totales monitoreados en el área de estudio, en la época lluviosa sector 1, obtuvo un promedio de 255.26 NMP/ 100ml y en el sector 2 un promedio de 1168 NMP/ 100ml.

En la época seca en el sector 1 zona del estuario externa se obtuvo un promedio de 964 NMP/ 100ml, y en el sector 2 zona del estuario interna se obtuvo un promedio de 2377 NMP/ 100ml.

Se observa que en la época seca los resultados de coliformes totales son mayores que en la época lluviosa, en el sector 2 zona del estuario interna hay niveles más altos que en el sector 1.

Los resultados de coliformes fecales en la época lluviosa sector 1 zona del estuario externa tiene un promedio de 208.94 NMP/ 100ml, y en el sector 2 zona del estuario interna un promedio de 250 NMP/ 100ml.

En la época seca en el sector 1 el promedio de coliformes fecales es de 409.5 NMP/ 100ml, en el sector 2 zona del estuario interna se evidencia un promedio de 1316.66 NMP/ 100ml.

Se observa que en la época seca los resultados de coliformes fecales son mayores que en la época lluviosa.

Al comparar los resultados con el valor de Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario, se establece que algunos puntos de muestreos en la época seca se encuentran fuera de norma, en coliformes fecales (E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E14, E16 al E21, E28) y coliformes Totales (E5, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E28). Lo que indica una contaminación no solo higiénica (Coliformes Totales) sino también una contaminación cloacal (coliformes Fecales).

En la época lluviosa se establece que algunos puntos de muestreos se encuentran fuera de norma, en coliformes fecales (E9, E10, E11, E12, E17, E19) y coliformes Totales (E11, E18, E19).

Un alto nivel de bacterias coliformes fecales, por lo general indica la presencia en el agua de una gran cantidad de heces, la materia orgánica que acoge a la bacteria se descompone aeróbicamente, lo que puede disminuir seriamente los niveles de oxígeno y causar la muerte de peces y otros ejemplares de la vida silvestre que dependen del oxígeno. La presencia de contaminantes fecales en el agua también contribuye al crecimiento de algas y malezas acuáticas, que también son capaces de reducir los niveles de oxígeno y de bloquear el flujo continuo de agua.

Las bacterias coliformes fecales también pueden tener efectos graves en la salud pública. Los volúmenes de agua con altos niveles de esta bacteria pueden contener una amplia gama de parásitos, bacterias y virus causantes de enfermedades.

METALES PESADOS

Los metales pesados han recibido muchos conceptos basados en criterios tales como densidad, peso atómico, número atómico, propiedades químicas o la toxicidad. Kennish (1998) y Soto Jiménez (2011), considera agrupar estos metales en dos categorías:

Metales de transición (Cu, Co, Fe, Mn, Zn), se convierten en tóxicos en altas concentraciones, sin embargo, son elementos trazas requeridos en bajas concentraciones para realizar las funciones metabólicas en los organismos. Por ejemplo: el Cu se encuentra en pigmentos respiratorios como la hemocianina, en diferentes complejos enzimáticos como reductasas, fosfatasas.

Metaloides (Ag, As, Cd, Pb, Cr, Hg, Se, Sn), que incluyen elementos trazas no requeridos o no esenciales para las actividades metabólicas y son tóxicos incluso en bajas concentraciones. Por ejemplo: el Hg inhibe la bomba Na-K-ATPasa y el transporte de aminoácidos, etc. (Soto-Jiménez, 2011).

La deposición atmosférica, los aportes fluviales y la descarga directa de efluentes son los principales aportes de metales a los estuarios, así como el uso de fertilizantes e incremento industrial.

El sedimento es el principal depósito natural o reservorio para los metales en el estuario. (Salomons y Förstner, 1984).

Los aportes de las aguas residuales industriales y urbanas, deposición atmosférica, la capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica condiciones redox, contenido de cloruros determina la acumulación de metales en sedimento, el tipo y estabilidad del metal, su sorción o precipitación, y también están relacionadas con la movilidad, biodisponibilidad y toxicidad potencial del metal (Du Laing et al., 2008c).

MERCURIO

El mercurio en el sedimento es convertido por procesos biológicos naturales en la neurotoxina venenosa metilmercurio, la baja presión de vapor del mercurio elemental permite su dispersión global (a través del

aire), y la síntesis natural de compuestos alquimercuriales estables favorece la bioacumulación (Wood, 1974).

Existen tres estados estables del mercurio: Elemental o metálico Hg (Hg⁰), el ion mercurioso (Hg²²⁺), y el ion mercúrico (Hg²⁺) Es probable que se produzcan efectos en la biota acuática como resultado de exposición a Hg en sedimentos. (Andren y Nriagu 1979).

El mercurio tiene una alta afinidad por la materia orgánica del sedimento (Turner y Millward, 2002).

El mercurio puede ocasionar efectos biológicos negativos en las primeras etapas de vida de los organismos bentónicos que incluyen letalidad, fertilización reducida y desarrollo deficiente. Por ejemplo, en sitios en el puerto de Toronto; Ontario, se reporto disminución de la abundancia de Gastropoda y Chironomidae, donde las concentraciones medias de Hg fueron 0.987 mg · kg⁻¹ y 1,09 mg · kg⁻¹ (Jaagumagi 1988; Jaagumagi et al.1989).

En el estudio realizado por la consultora Ecobiotec (2009), se indica que los monitoreos realizados en los sedimentos de los ríos Carrizal-Chone registraron niveles de mercurio que estuvieron entre 0,020 y 0,18 mg/kg.

En el presente trabajo en época lluviosa sector 1 el valor el promedio de mercurio fue (0.34 mg/kg) y sector 2 promedio (0.31 mg/kg). En época seca el sector 1 mantuvo un promedio de (0.12 mg/kg) y sector 2 (0.19 mg/kg). Es decir, se observó una mayor concentración de mercurio en sedimentos.

En la época lluviosa en comparación con la época seca se encontró elevada la concentración de mercurio. Según la normativa canadiense el valor de ISQGs permitido de mercurio en sedimentos es de 0.13 g.kg⁻¹dw, y el PEL es de 0.70, recordando que más del 50% de los efectos adversos ocurren por encima del PEL, según los valores de mercurio en las 30 estaciones de monitoreo se encuentran por debajo del PEL pero incumpliendo el ISQGs. Las estaciones E14, E16, E24, E25, no se monitorearon.

En la época seca se encuentran los valores por debajo del PEL y las estaciones (E10, E11, E13, E14, E15, E22, E26) se encuentran incumpliendo el ISQGs.

Al comparar los valores encontrados con la normativa ambiental ecuatoriana vigente, teniendo de referencia norma de calidad ambiental del recurso suelo, el valor permitido es (0.1 mg/kg), se evidenció incumplimiento en todas las estaciones monitoreadas en la época lluviosa. En la época seca se encuentra incumpliendo las siguientes estaciones (E10, E11, E13, E14, E15, E22, E24 y E26).

Estos valores elevados se atribuyen a las actividades antropogénicas industriales y de mal manejo de desechos peligrosos, lo que ocasiona que por escorrentía la contaminación de mercurio llegue al estuario.

PLOMO

El plomo es tóxico para la biota en concentraciones elevadas. Los efectos biológicos adversos incluyen aumento de la mortalidad, disminución de invertebrados bentónicos, abundancia y diversidad, y desarrollo anormal. (Environment Canada 1998, apéndices IIa y IIb).

En el área de estudio se realizó un monitoreo de plomo en sedimentos en época seca, y se observó un promedio en el sector 1 (0 mg/kg) y en el sector 2 (13.04mg/l). Al comparar con la normativa canadiense el valor de ISQGs permitido del plomo en sedimentos es de 30.2 g.kg⁻¹dw, y el PEL es de 112, recordando que más del 50% de los efectos adversos ocurren por encima del PEL, según los valores de plomo en las 30 estaciones de monitoreo se encuentran por debajo del PEL y el ISQGs.

Sin embargo, se considera realizar más monitoreos debido a que en estudios anteriores como el realizado por la consultora Ecobiotec (2009) se indica que hay concentraciones elevadas del plomo en el estuario.

Al comparar con la normativa ambiental ecuatoriana vigente los resultados del plomo en sedimentos se encuentra cumpliendo el límite aceptado.

CROMO

El cromo es un oligoelemento que puede tóxico para la biota acuática en concentraciones elevadas. El cromo existe en dos estados de oxidación en sistemas acuáticos: Cr hexavalente (es decir, Cr⁶⁺) y Cr trivalente (es decir, Cr³⁺). Los efectos biológicos adversos del cromo incluyen disminución de la diversidad y abundancia, reducción de la mortalidad y cambios de comportamiento de organismos bentónicos, entre otros. (Environment Canada 1998, apéndices IIa y IIb).

En el área de estudio en la época lluviosa sector 1 se obtuvo un promedio de cromo de 23.44 mg/kg y en el sector 2 un promedio de 22.69 mg/kg, en la época seca sector 1 un promedio de 27.14 mg/kg y sector 2 un promedio 24.08 mg/kg. Al comparar con la normativa canadiense el valor de ISQGs permitido del cromo en sedimentos que es de 52.3 g.kg⁻¹dw, y el PEL es de 160, recordando que más del 50% de los efectos adversos ocurren por encima del PEL, los valores de cromo en las 30 estaciones de monitoreo se encuentran por debajo del PEL y el ISQGs.

Al comparar con la normativa ambiental ecuatoriana vigente los resultados de cromo en sedimentos se encuentra cumpliendo el límite aceptado.

COBRE

Bashkin, (2002), en sus trabajos nos indica que el cobre se encuentra en varias proteínas enlazados a otros elementos, que sus propiedades tóxicas han sido utilizadas para reducir el crecimiento de organismos no deseables como algas y hongos de suelos o cuerpos de agua, que en las rocas de la corteza existe cobre en un valor promedio de 70 ppm, y para las reacciones fotosintéticas por ejemplo el cobre se encuentra en la plastocianina.

El flujo del Cobre es dominado por el transporte de ríos, el cobre alcanza los océanos por medio de la atmósfera, pero también por actividades antropogénicas entre ellas descargas directas de residuos y líquidos cloacales en los océanos y en los ríos, descarga de efluentes industriales y el uso de pinturas anti-fouling conteniendo cobre. (Baskin, 2002).

En el área de estudio en la época seca en el sector 1 se obtuvo un resultado promedio de 19.23 mg/kg y en el sector 2 un promedio de 20.88 mg/kg, se observó que los valores de cobre en las 30 estaciones de monitoreo se encuentran por debajo del PEL pero fuera del límite ISQGs, en las estaciones (E3, E4, E6, E8, E9, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E26, E28), lo que se atribuye al mal manejo de desechos peligrosos del sector, como a las descargas de efluentes industriales y cloacales.

MACROBENTOS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Entre las variables que afectan al bento están la escala espacial, provisión y retención de nutriente, complejidad de la circulación de las aguas, variedad y extensión de los sedimentos, gradiente de salinidad y rango de mareas. Los sedimentos y la disponibilidad de oxígeno son los condicionantes principales de la distribución y abundancia de los organismos bentónicos (Carriker, 1967). Tomiyama et al. (2008) estudiaron la distribución espacial y la abundancia de bivalvos y poliquetos infaunales y encontraron que los patrones de asociaciones faunísticas estaban determinados por el contenido de fango, la elevación relativa del sustrato y la salinidad. (Carriker, 1967; Tomiyama et al. 2008).

Asimismo, los patrones de asociación del macrobentos difirieron no sólo entre las estaciones de muestreo, sino también entre distintos cuadrantes dentro de una misma estación, lo que refleja la complejidad estructural de las asociaciones de invertebrados bentónicos en los estuarios. (Carriker, 1967; Tomiyama et al. 2008).

Los índices de biodiversidad en los estuarios constituyen una estimación sensible de la salud y el balance de estos ecosistemas (Cloern y Dufford, 2005), manifiestan que la carga antrópica de nutrientes provenientes del drenaje continental (e.g. escorrentía urbana, influjo de aguas pluviales,

cloacales e industriales) en los estuarios puede conducir a una elevada biodiversidad

Sin embargo, cuando las cargas de nutrientes aumentan o se tornan excesivas, pueden conllevar a un aumento en la biomasa de ciertos productores oportunistas, a cambios en la distribución y la estructura de las comunidades y consecuentemente a una reducción en la biodiversidad. (Cloern y Dufford, 2005).

De acuerdo a los datos obtenidos en este estudio en la época seca, en el sector 1 podemos observar que la estación con mayor diversidad fue la E 03, seguidas de E 01, E 02 y E04; donde predominaron los poliquetos con las familias Spionidae, Nereididae y Capitellidae.

El bento fue relativamente abundante en el sector 1 desde la estación E 01 hasta la E 12 posterior se presentó un descenso en su abundancia (E24 hasta E30). En el sector 2 en la estación E20 predomina el Orden Capitellida.

En la época seca, se identificaron un total de 235 individuos de los cuales en el Sector 1 se identificaron 167 individuos y en el Sector 2 se identificaron 68 individuos.

En la época Lluviosa sector 1 la estación con mayor diversidad fue la E04, seguida de la estación E02, la estación E03 no se pudo monitorear. El bento fue abundante desde la estación E02 hasta E12 a excepción de las estaciones E3 y E5 que no fueron monitoreadas, desde las estaciones E24 hasta la E30 no se encontró individuos. En el sector 2 en la época lluviosa solo se encontró individuos en las estaciones E15, E17 y E18, predominando la familia Hesionidae en la E15, la cual no se encontró en época seca ni en el sector 1.

En la época lluviosa se identificaron un total de 183 individuos, en el sector 1, 146 individuos y en el sector 2, se identificaron 37 individuos.

A pesar de utilizar todos los grupos taxonómicos, no se pudo ver un resultado para la toma de decisiones.

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El monitoreo hidrobiológico mediante la combinación de parámetros físico-químicos, macroinvertebrados y diferentes análisis estadísticos demostraron ser herramientas indispensables y de gran importancia para la gestión de recursos hídricos y representa una alternativa de evaluación ambiental para estos recursos.
- A pesar de utilizar todos los grupos taxonómicos, no se pudo obtener un resultado para la toma de decisiones, se evaluó temporalmente (2015-2016), la influencia de la calidad de agua y sedimentos sobre la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del área protegida REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS, en base a una caracterización, y se observó que en el bentos influyen distintas variables como, complejidad de la circulación de las aguas, variedad y extensión de los sedimentos, gradiente de salinidad, rango de mareas, provisión y retención de nutrientes, sedimentos, disponibilidad de oxígeno, entre otros, la dinámica del estuario también influye en la calidad de agua y sedimentos.
- La normativa ambiental vigente ecuatoriana no tiene normativa ambiental en sedimentos y tiene muy poca para parámetros de calidad agua en estuarios.
- Se identificó una contaminación de la calidad de agua por coliformes fecales lo que puede ser ocasionado por un mal manejo de aguas residuales domésticas de fuentes antropogénicas.

- Se identificó una contaminación en sedimentos por mercurio y cobre lo que puede ser ocasionado por mal manejo de desechos peligrosos en el sector (focos, lámparas, baterías, pilas, agroquímicos).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuras investigaciones la utilización de análisis multivariados y monitoreos más frecuentes con la finalidad de observar más la dinámica del estuario del Río Chone.
- Se recomienda realizar estudios para establecer normativa ambiental en sedimentos y normativa ambiental más amplia en estuarios.
- Realizar un control y seguimiento a las actividades antropogénicas del sector de saneamiento, en lo que es el manejo de aguas residuales domésticas del sector.
- Realizar un mayor control y seguimiento en el manejo de desechos peligrosos y especiales de las diferentes actividades antropogénicas.
- Establecer medidas de protección de los estuarios, puede ser de gran importancia en la regulación de la calidad de agua y ambiental de estos sectores.
- Para futuros estudios se pueden realizar proyectos ambientales llegando hasta los sectores antropogénicos como las camaroneras, agricultores, sectores de saneamiento, manejo de desechos peligrosos y especiales para identificar algún otro tipo de impacto que podría afectar a futuro.

ANEXOS

ANEXO 1 FOTOGRAFÍAS

RECOLECCIÓN DE MUESTRAS





TAMIZADO DE MUESTRAS



1.

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA



DETERMINACIÓN DE SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDO



DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN SEDIMENT



GRANULOMETRÍA



RECOLECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS





ANEXO 2 DATOS DE PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA. ÉPOCA SECA (JUNIO 13 Y 14, 2015)

ID	N	E	Depth (m)	Water Temperature (°C)	pH	Conductivity (ms/cm)	Salinity (ppt)	DO (mg/l)	DO (%sat)	TDS (mg/l)	Turbidity (NTU)
E-1D	9932245	564501	5.25	28.39	7.66	17.93	10.37	5.45	74.5	8967.00	18.20
E-2D	9931788	565200	4.00	28.87	7.77	22.01	13.21	6.14	84.9	11010.00	15.10
E-3D	9931226	564989	4.75	28.82	7.81	15.11	10.57	6.56	91.0	7606.00	18.50
E-4D	9930728	564828	7.25	28.81	7.84	19.25	11.27	6.63	91.2	9570.00	21.80
E-5D	9929981	564894	2.80	28.30	7.83	21.02	12.41	6.54	90.9	10430.00	21.90
E-6D	9929350	565598	6.50	28.73	7.77	24.65	14.20	6.05	86.8	11750.00	16.20
E-7D	9928669	566411	4.80	28.78	7.88	17.70	10.33	7.71	106.4	8828.00	16.00
E-8D	9928632	566883	3.00	28.77	7.85	19.00	11.40	8.25	119.6	9431.00	17.70
E-9D	9928184	568363	5.00	28.88	7.89	16.23	9.87	8.50	115.2	1393.00	21.80
E-10D	9927834	569062	0.50	28.99	7.79	26.70	16.29	7.03	103.1	13360.00	55.30
E-11D	9927549	569801	3.00	28.96	7.88	28.10	10.56	8.52	121.7	9059.00	24.80
E-12D	9928049	570885	3.50	29.02	8.02	15.47	8.99	10.45	141.2	7799.00	42.30
E-13D	9928121	576183	3.50	29.56	8.14	5.59	2.96	11.48	159.0	2763.00	50.20
E-14D	9928035	576879	6.00	29.57	8.02	1.50	0.75	10.24	137.0	742.00	98.30
E-15D	9927799	577907	4.50	29.41	7.89	9.35	0.45	9.69	136.0	466.00	64.70
E-16D	9928242	576350	3.50	28.83	7.72	1.10	0.54	8.35	110.6	549.00	106.00
E-17D	9927924	575378	2.50	29.25	7.95	4.23	2.75	10.49	139.5	2600.00	85.30
E-18D	9928231	574324	3.00	29.79	8.29	7.84	4.36	14.25	95.9	6810.00	48.00
E-19D	9928359	573709	2.00	29.47	7.95	13.28	7.60	11.60	161.3	6335.00	97.60
E-20D	9928414	572980	2.00	29.59	8.05	16.60	9.66	12.64	178.5	8289.00	56.60
E-21D	9928651	572280	4.00	29.88	8.21	16.43	9.61	13.68	190.9	8217.00	32.40
E-22D	9929221	570652	2.00	29.55	7.96	20.70	11.93	10.31	47.3	10.05	42.70

E-23D	9929025	570189	2.00	29.45	7.94	19.75	11.68	10.20	145.5	9870.00	36.80
E-24D	9928454	569935	2.00	28.29	8.02	3.12	1.53	7.53	100.3	1505.00	139.00
E-25D	9929058	571550	2.00	29.11	8.08	0.86	0.40	7.79	101.9	416.00	157.00
E-26D	9929458	571802	1.00	29.01	7.9	1.12	0.60	6.90	92.5	557.00	127.00
E-27D	9929409	572854	3.00	28.34	7.66	2.33	1.17	5.66	77.2	1146.00	120.00
E-28D	9929096	573474	1.00	28.52	7.64	2.96	1.45	5.40	71.7	1412.00	116.00
E-29D	9928306	569666	1.00	29.22	8.15		8.88	9.78	137.1	7680.00	31.40
E-30D	9928800	569536	1.00	29.31	7.92	17.53	10.75	7.35	102.5	9134.00	35.90

ID	N	E	Nitritos mg/L (NO ₂ -)	Amonio mg/L (NH ₄ +)	Fosfatos mg/L (PO ₄ -P)	Sólidos Totales en Suspensión (g/L)	Sólidos volátiles (%)
E-1D	9932245	564501	0.11	0.15	0.27	0.02	7.89
E-2D	9931788	565200	0.07	0.12	0.23	0.02	21.62
E-3D	9931226	564989	0.10	0.09	0.27	0.01	0.07
E-4D	9930728	564828	0.09	0.12	0.27	0.03	27.38
E-5D	9929981	564894	0.09	0.13	0.25	0.04	19.13
E-6D	9929350	565598	0.10	0.07	0.32	0.02	46.55
E-7D	9928669	566411	0.09	0.10	0.30	0.03	29.21
E-8D	9928632	566883	0.10	0.07	0.29	0.03	36.84
E-9D	9928184	568363	0.12	0.09	0.37	0.03	34.48
E-10D	9927834	569062	0.14	0.27	0.40	0.10	15.38
E-11D	9927549	569801	0.17	0.18	0.34	0.04	23.53
E-12D	9928049	570885	0.17	0.15	0.38	0.05	29.80
E-13D	9928121	576183	0.19	0.14	0.45	0.07	25.67
E-14D	9928035	576879	0.21	0.24	0.57	0.11	16.20

E-15D	9927799	577907	0.26	0.17	0.49	0.05	14.06
E-16D	9928242	576350	0.28	0.26	0.60	0.05	13.22
E-17D	9927924	575378	0.23	0.18	0.50	0.09	15.38
E-18D	9928231	574324	0.20	0.17	0.54	0.07	36.36
E-19D	9928359	573709	0.25	0.26	0.54	0.05	26.14
E-20D	9928414	572980	0.17	0.18	0.34	0.07	20.69
E-21D	9928651	572280	0.13	0.14	0.31	0.05	28.47
E-22D	9929221	570652	0.14	0.21	0.34	0.43	86.59
E-23D	9929025	570189	0.15	0.19	0.33	0.07	16.51
E-24D	9928454	569935	0.32	0.30	0.66	0.14	20.99
E-25D	9929058	571550	0.35	0.34	0.73	0.15	14.93
E-26D	9929458	571802	0.48	0.30	0.62	0.07	8.22
E-27D	9929409	572854	0.38	0.27	0.62	0.07	14.38
E-28D	9929096	573474	0.35	0.41	0.73	0.24	13.01
E-29D	9928306	569666	0.12	0.14	0.36	0.05	42.00
E-30D	9928800	569536	0.17	0.12	0.31	0.05	20.39

ANEXO 3 GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS Y CONTENIDO ORGÁNICO ÉPOCA SECA .

ID	N	E	Contenido Orgánico (%)	Tamiz 10 Grava	Tamiz 35 Arena Gruesa	Tamiz 230 Arena Fina	Tamiz 400 Limo	Fondo Arcilla	Perdida
E-1D	9932245	564501	3.3	0	0	0	0	0	0
E-2D	9931788	565200	1.17	0	0	0	0	0	0
E-3D	9931226	564989	1.56	0	0	0	0	0	0
E-4D	9930728	564828	1.17	0	0	0	0	0	0
E-5D	9929981	564894	2.5	0	0	0	0	0	0
E-6D	9929350	565598	4.39	0.09	0.17	81.13	13.03	5.25	0.34
E-7D	9928669	566411	4.58	0	0.18	70.55	25.75	2.3	0.53
E-8D	9928632	566883	3.92	0	0	0	0	0	0
E-9D	9928184	568363	5.53	0	4.2	74.61	14.16	5.76	1.27
E-10D	9927834	569062	4.22	0	3.3	68.03	24	4.28	0.39
E-11D	9927549	569801	5.55	0	0.38	80.71	11.05	70.02	0.84
E-12D	9928049	570885	4.91	0.09	3.04	77.66	14.48	4.56	0.18
E-13D	9928121	576183	3.41	0.48	18.27	55.48	20.96	4.14	0.67
E-14D	9928035	576879	3.26	0.019	2.59	93	3.26	0.86	0.27
E-15D	9927799	577907	3.62	1.11	7.93	71.61	15.12	3.23	1.01
E-16D	9928242	576350	1.97	0	0	0	0	0	0
E-17D	9927924	575378	0.2	0.8	6.58	86.91	4.1	1.43	0.18
E-18D	9928231	574324	1.48	0.18	3.54	93.01	1.82	0.36	1.09
E-19D	9928359	573709	2.76	0	0	98.12	0.72	0.18	0.98
E-20D	9928414	572980	5.07	0	0	0	0	0	0
E-21D	9928651	572280	4.58	1.47	1.67	67.98	24.07	4.42	0.39
E-22D	9929221	570652	5.63	0	0	0	0	0	0

E-23D	9929025	570189	4.2	0	0	0	0	0	0
E-24D	9928454	569935	2.91	0	0	0	0	0	0
E-25D	9929058	571550	4.38	0	0	77.79	16.45	4.32	1.15
E-26D	9929458	571802	4.53	2.57	0.2	69.69	23.97	3.36	0.89
E-27D	9929409	572854	2.68	0.49	15.25	57.5	21.33	4.79	0.65
E-28D	9929096	573474	3.13	12.91	3.54	66.56	9.62	4.11	2.96
E-29D	9928306	569666	2.4	0.497	0.08	78.73	16.89	2.57	1.24
E-30D	9928800	569536	5.8	0	0.09	75.11	19.2	5.12	0.6

ANEXO 4 DATOS DE PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA. ÉPOCA LLUVIOSA

ID	Depth (m)	Water Temperature (°C)	pH	Conductivity (ms/cm)	Salinity (ppt)	DO (mg/l)	DO (%sat)	TDS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Amonio mg/L (NH4+)
E-1W	4.20	29.02	8.25	40.53	25.74	5.76	88.1	20270.00	16.30	0.02
E-2W	4.20	28.64	8.27	42.73	27.23	5.52	87.0	21280.00	12.80	0.73
E-3W	3.70	28.75	8.21	38.05	24.19	4.81	73.7	19080.00	17.10	0.04
E-4W	3.20	29.09	8.2	36.77	23.12	4.83	73.8		12.60	0.08
E-5W	1.20	28.96	8.32	36.44	22.92	4.42	66.7	18220.00	16.50	0.25
E-6W	5.00	29.11	8.31	30.18	18.81	4.55	68.4	15190.00	16.70	0.05
E-7W	4.00	29.09	7.38	31.82	19.73	3.63	51.1	15930.00	16.00	0.14
E-8W	3.00	29.08	8.05	31.85	19.72	3.84	57.5	15910.00	22.30	0.14
E-9W	4.00	29.23	7.99	21.45	12.69	3.10	44.2	10660.00	25.90	0.30
E-10W	1.00	29.12	7.47	20.32	12.13	2.35	33.1	10200.00	256.00	0.36
E-11W	2.00	29.36	8.05	25.41	15.30	4.58	67.7	12530.00	31.50	0.14
E-12W	3.50	29.49	8.17	26.20	15.75	4.81	71.4	13080.00	34.50	0.04
E-13W	4.00	30.07	8.13	16.48	9.59	5.01	71.2	8240.00	26.00	0.15

E-14W	3.00	30.06	8.17	14.60	8.41	5.11	72.1	7300.00	30.70	0.21
E-15W	3.00	30.01	8.54	8.63	4.77	5.21	72.1	4310.00	59.70	0.21
E-16W	2.00	30.03	8.13	16.41	9.55	4.81	68.4	8.20	32.20	0.24
E-17W	1.50	29.39	8.18	1.72	0.91	4.50	59.9	910.00	113.00	0.04
E-18W	0.50	29.33	8.08	5.83	3.12	4.37	68.1	2910.00	105.00	0.03
E-19W	1.00	29.52	8.14	7.87	3.85	4.43	59.2	3550.00	128.00	0.12
E-20W	0.50	29.74	8.21	6.38	3.35	5.12	68.1	3120.00	76.70	0.08
E-21W	1.00	29.49	8.17	3.46	2.33	4.56	63.2	2320.00	96.70	0.06
E-22W	5.00	29.41	8.27	38.65	24.45	5.13	77.9	19320.00	26.90	0.09
E-23W	4.00	29.40	8.3	38.09	24.07	4.21	64.0	19050.00	36.20	0.07
E-24W	1.20	29.52	8.13	22.23	13.85	4.25	63.0	11800.00	32.00	0.08
E-25W	2.00	30.17	8.44	33.45	20.82	7.09	107.2	16730.00	46.10	-0.05
E-26W	3.00	29.54	8.23	34.49	21.55	5.14	77.1	17240.00	28.80	0.11
E-27W	4.00	29.89	8.40	29.96	18.44	6.05	90.2	14980.00	20.50	0.09
E-28W	3.00	29.93	8.42	28.82	17.67	6.20	92.1	14410.00	18.40	0.09
E-29W	2.00	29.33	8.83	26.20	16.80	3.62	55.1	13110.00	33.70	0.11
E-30W	2.20	29.04	8.05	18.73	14.11	4.10	59.0	10410.00	48.30	0.29

ID	Nitritos mg/L (NO ₂ -)	Fosfatos mg/L (PO ₄ -P)	Sólidos Totales en Suspensión (g/L)	Sólidos volátiles (%)
E-1W	0.01	0.37	0.02	0.01
E-2W	0.01	0.35	0.03	0.01
E-3W	0.01	0.43	0.03	0.01
E-4W	0.01	0.60	0.02	0.01
E-5W	0.02	0.61	0.02	0.01
E-6W	0.02	0.76	0.03	0.01
E-7W	0.02	0.76	0.05	0.02
E-8W	0.02	0.81	0.05	0.02
E-9W	0.03	0.83	0.06	0.02
E-10W	0.02	0.83	0.21	0.03
E-11W	0.02	0.74	0.05	0.02
E-12W	0.02	1.01	0.22	0.02
E-13W	0.03	0.96	0.03	0.01
E-14W	0.03	0.95		
E-15W	0.03	1.04	0.08	0.02
E-16W	0.03	0.94	0.05	0.02
E-17W	0.03	0.87	0.11	0.02
E-18W	0.03	0.95	0.11	0.02
E-19W	0.03	0.96	0.18	0.04
E-20W	0.03	0.96	0.08	0.02
E-21W	0.03	1.04	0.12	0.02
E-22W	0.01	0.47	0.03	0.01
E-23W	0.01	0.43	0.04	0.01
E-24W	0.03	1.14	0.04	0.02

E-25W	0.01	0.72	0.05	0.02
E-26W	0.01	0.63	0.10	0.03
E-27W	0.02	0.88	0.04	0.02
E-28W	0.02	0.85	0.04	0.02
E-29W	0.03	1.08	0.05	0.02
E-30W	0.03	1.07	0.09	0.02

ANEXO 5 GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS Y CONTENIDO ORGÁNICO ÉPOCA LLUVIOSA .

ID	Contenido Orgánico (%)	Tamiz 10 Grava	Tamiz 35 Arena Gruesa	Tamiz 230 Arena Fina	Tamiz 400 Limo	Fondo Arcilla	Perdida
E-1W	1.92	0.11	0.29	92.46	5.33	1.34	0.48
E-2W	1.21	0.79	14.26	65.95	11.35	1.37	6.28
E-3W	1.35		11.22	73.17	12.63	2.68	0.3
E-4W	1.25		10.04	88.06	0.3	0.02	98.42
E-5W	2.5		8.88	76.04	9.93	3.11	2.04
E-6W	3.72		11.94	76.53	8.65	1.07	1.81
E-7W	2.05	0.63	12.36	73.7	10.79	1.91	0.61
E-8W	0.04	0.21	9.28	80.37	6.09	0.83	3.23
E-9W	5.29	4.84	36.8	47.47	7.28	0.09	3.53
E-10W	3.02	0.35	2.25	90.93	5.53	0.75	0.18
E-11W	4.06		2.85	69.52	22.14	4.82	0.68
E-12W	3.52	0.86	9.02	80.79	8.2	0.03	1.11
E-13W	0.97	0.22	1.93	83.37	12.67	1.12	0.7
E-14W	3.05		1.83	93.29	2.09	0.14	2.65
E-15W	2.66		0.39	98.7	0.55	0.13	0.22

E-16W							
E-17W	2.24	0.01	0.63	47.74	26.48	24.7	99.56
E-18W	2.05		2.62	84.14	10.03	2.83	0.39
E-19W	1.34	1.97	16.75	79.76	0.05	0.01	1.47
E-20W	2.44	0.92	7.14	77.68	8.78	5.32	99.84
E-21W	2.24		6.35	79.74	11.65	1.08	98.82
E-22W	4.2	1.97	16.75	79.76	0.05	0.01	98.54
E-23W	5.01		0.89	77.81	15.97	4.82	0.5
E-24W	2.75		10.04	88.06	0.3	0.02	1.58
E-25W	5.1	0.01	0.63	47.74	26.48	24.7	0.44
E-26W	3.23		24.94	53.96	17.03	2.25	1.83
E-27W	4.59		38.38	55.53	3.19	0.9	2
E-28W	1.96	0.04	0.74	95.48	2.84	0.55	0.35
E-29W	2.78	0.014	1.9	82.4	12.42	2.86	0.41
E-30W	1.45	6.35	79.74	11.65	1.08	1.18	1.18

ANEXO 6. RESULTADOS DE DO (% SAT) COMPARADOS CON EL LÍMITE PERMISIBLE DE LA NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE APLICABLE, ÉPOCA SECA.

Código	Coordenadas		DO. FECHA 13/06/2015 (% SAT)	Criterio de Calidad. Tabla 7. Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario.	CUMPLIMIENTO	Tabla 2. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de calidad Agua marina, estuario	CUMPLIMIENTO
					O		
E-1	9932245	564501	74.5	>80 % de saturación	No	>60 % de saturación	SI
					Si		Si
E-2	9931788	565200	84.9		Si		Si
E-3	9931226	564989	91.0		Si		Si
E-4	9930728	564828	91.2		Si		Si
E-5	9929981	564894	90.9		Si		Si
E-6	9929350	565598	86.8		SI		SI
E-7	9928669	566411	106.4		Si		Si
E-8	9928632	566883	119.6		SI		SI
E-9	9928184	568363	115.2		SI		SI
E-10	9927834	569062	103.1	Si	Si		

E-11	9927549	569801	121.7
E-12	9928049	570885	141.2
E-13	9928121	576183	159.0
E-14	9928035	576879	137.0
E-15	9927799	577907	136.0
E-16	9928242	576350	110.6
E-17	9927924	575378	139.5
E-18	9928231	574324	95.9
E-19	9928359	573709	161.3
E-20	9928414	572980	178.5
E-21	9928651	572280	190.9
E-22	9929221	570652	47.3
E-23	9929025	570189	145.5
E-24	9928454	569935	100.3
E-25	9929058	571550	101.9

SI		SI
No		NO
Si		Si
SI		SI
SI		SI

E-26	9929409	572854	92.5	SI		Si
E-27	9929409	572854	77.2	NO		Si
E-28	9929096	573474	71.7	No		SI
E-29	9928306	569666	137.1	SI		Si
E-30	9928800	569536	102.5	SI		SI

ANEXO 7. RESULTADOS DE DO (% SAT) COMPARADOS CON EL LÍMITE PERMISIBLE DE LA NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE APLICABLE, ÉPOCA LLUVIOSA.

Código	Coordenadas		DO. FECHA 09/01/2016 (% SAT)	Criterio de Calidad. Tabla 7. Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario.	CUMPLIMIENTO	Tabla 2. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de calidad Agua marina, estuario	CUMPLIMIENTO
E-1	9932245	564501	88.1	>80 % de saturación	Si	>60 % de saturación	Si
E-2	9931788	565200	87		Si		Si
E-3	9931226	564989	73.7		NO		Si
E-4	9930728	564828	73.8		NO		Si
E-5	9929981	564894	66.7		NO		Si

E-6	9929350	565598	68.4
E-7	9928669	566411	51.1
E-8	9928632	566883	57.5
E-9	9928184	568363	44.2
E-10	9927834	569062	33.1
E-11	9927549	569801	67.7
E-12	9928049	570885	71.4
E-13	9928121	576183	71.2
E-14	9928035	576879	72.1
E-15	9927799	577907	72.1
E-16	9928242	576350	68.4
E-17	9927924	575378	59.9
E-18	9928231	574324	68.1
E-19	9928359	573709	59.2
E-20	9928414	572980	68.1

NO		SI
NO		NO
NO		Si
NO		NO
NO		Si
NO		NO
NO		Si

E-21	9928651	572280	63.2
E-22	9929221	570652	77.9
E-23	9929025	570189	64
E-24	9928454	569935	63
E-25	9929058	571550	107.2
E-26	9929409	572854	77.1
E-27	9929409	572854	90.2
E-28	9929096	573474	92.1
E-29	9928306	569666	55.1
E-30	9928800	569536	59

NO		Si
Si		Si
NO		Si
Si		Si
Si		Si
NO		NO
NO		NO

**ANEXO 8. RESULTADOS DE PARÁMETROS COLIFORMES FECALES Y TOTALES COMPARADOS CON LA
NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE. ÉPOCA SECA.**

Código	Coordenadas		Coliformes Totales. (NMP/100 ml)	Criterio de Calidad. Tabla 7. Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario.	CUMPLIMIENTO	Coliformes Fecales. (NMP/100 ml)	Criterio de Calidad. Tabla 7. Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario.	CUMPLIMIENTO
E-1	9932245	564501	1700	2000 NMP/100ml	si	1300	200 NMP/100 ml	No
E-2	9931788	565200	800		si	170		Si
E-3	9931226	564989	800		si	800		No
E-4	9930728	564828	700		si	220		No
E-5	9929981	564894	2400		No	500		No
E-6	9929350	565598	340		si	220		No
E-7	9928669	566411	1300		si	800		No
E-8	9928632	566883	800		si	800		No
E-9	9928184	568363	800		si	500		No
E-10	9927834	569062	500		si	220		No
E-11	9927549	569801	800		si	270		No
E-12	9928049	570885	800		si	500		No
E-13	9928121	576183	800		si	80		si
E-14	9928035	576879	2200		No	1100		No
E-15	9927799	577907	3000		No	170		si
E-16	9928242	576350	5000		No	2200		No
E-17	9927924	575378	3000		No	3000		No
E-18	9928231	574324	2400		No	2400		No

E-19	9928359	573709	2400
E-20	9928414	572980	1300
E-21	9928651	572280	1300
E-22	9929221	570652	220
E-23	9929025	570189	1300
E-24	9928454	569935	800
E-25	9929058	571550	1300
E-26	9929409	572854	220
E-28	9929096	573474	3400
E-29	9928306	569666	130
E-30	9928800	569536	170

No	800
si	1300
si	800
si	170
si	140
si	90
si	140
si	90
No	1100
si	80
si	80

No
No
No
Si
Si
si
si
No
si
si

**ANEXO 9. RESULTADOS DE PARÁMETROS COLIFORMES FECALES Y TOTALES COMPARADOS CON LA
NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE. ÉPOCA LLUVIOSA.**

Código	Coordenadas		Coliformes Totales. (NMP/100 ml)	Criterio de Calidad. Tabla 7. Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario.	CUMPLIMIENTO	Coliformes Fecales. (NMP/100 ml)	Criterio de Calidad. Tabla 7. Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario.	CUMPLIMIENTO
E-1	9932245	564501	230	2000 NMP/100ml	si	130	200 NMP/100 ml	Si
E-2	9931788	565200	40		si	40		Si
E-3	9931226	564989	130		si	130		Si
E-4	9930728	564828	20		si	20		Si
E-5	9929981	564894	110		si	80		Si
E-6	9929350	565598	130		si	130		Si
E-7	9928669	566411	230		si	80		Si
E-8	9928632	566883	90		si	90		Si
E-9	9928184	568363	230		Si	230		No
E-10	9927834	569062	230		Si	230		No
E-11	9927549	569801	2400		No	2400		No
E-12	9928049	570885	800		si	270		No
E-13	9928121	576183				0		
E-14	9928035	576879				0		
E-15	9927799	577907				0		
E-16	9928242	576350				0		
E-17	9927924	575378	800		si	800		No
E-18	9928231	574324	2400		No	170		Si

E-19	9928359	573709	2400
E-20	9928414	572980	170
E-21	9928651	572280	70
E-22	9929221	570652	20
E-23	9929025	570189	
E-24	9928454	569935	
E-25	9929058	571550	20
E-26	9929409	572854	20
E-27	9929403	572825	20
E-28	9929096	573474	70
E-29	9928306	569666	20
E-30	9928800	569536	40

No	220
si	40
si	20
si	20
si	0
si	0
si	20

No
Si
Si
Si
Si

ANEXO 10. RESULTADOS DEL PARÁMETRO CROMO EN SEDIMENTO EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO COMPARADOS CON LA NORMA CANADIENSE.

Código	Coordenadas		Cr FECHA 13 y 14 de junio 2015 mg/kg	ISQGs Marino/es tuario (mg · kg-1 dw).	CUMPLI MIEN TO	PEL Marino/es tuario (mg · kg-1 dw).	CUMPLI MIENTO	Cr FECHA 09 y 10 de enero 2016 mg/kg	ISQGs Marino/e stuario (mg · kg- 1 dw).	CUMPLI MIENTO	PEL Marino/e stuario (mg · kg- 1 dw).	CUMPLI MIENTO
E-1	9932245	564501		52.3		160			52.3		160	
E-2	9931788	565200	31.20		Si		si	17.34		Si		Si
E-3	9931226	564989	33.50		Si		si	18.36		Si		Si
E-4	9930728	564828	33.20		Si		si	17.04		Si		Si
E-5	9929981	564894						11.67		Si		Si
E-6	9929350	565598	36.80		Si		si	21.63		Si		Si
E-7	9928669	566411	33.80		Si		si	23.07		Si		Si
E-8	9928632	566883	27.90		Si		si	27.98		Si		Si
E-9	9928184	568363	28.60		Si		si	33.09		Si		Si
E-10	9927834	569062	25.60		Si		si	23.39		Si		Si
E-11	9927549	569801	25.50		Si		si	23.60		Si		Si
E-12	9928049	570885	23.50		Si		si	16.87		Si		Si
E-13	9928121	576183	21.50		Si		si	24.94		Si		Si

E-14	9928035	576879	19.80
E-15	9927799	577907	22.50
E-16	9928242	576350	32.10
E-17	9927924	575378	24.50
E-18	9928231	574324	
E-19	9928359	573709	
E-20	9928414	572980	
E-21	9928651	572280	
E-22	9929221	570652	19.40
E-23	9929025	570189	21.50
E-24	9928454	569935	24.70
E-25	9929058	571550	
E-26	9929409	572854	25.40
E-27	9929409	572854	24.70
E-28	9929096	573474	23.50
E-29	9928306	569666	22.60
E-30	9928800	569536	

Si		Si	
Si		Si	39.01
Si		Si	
Si		Si	17.24
			18.59
			23.29
			16.17
			19.57
Si		Si	33.02
Si		Si	41.47
Si		Si	
Si		Si	23.97
Si		Si	19.89
Si		Si	21.24
Si		Si	18.34
			29.98

Si	Si
Si	Si

**ANEXO 11. RESULTADOS DEL PARÁMETRO CROMO EN SEDIMENTO EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO
COMPARADOS CON LA NORMATIVA AMBIENTAL ECUATORIANA.**

Código	Coordenadas		Cr FECHA 13 y 14 de junio 2015 mg/kg	Anexo 2 del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados Tabla 1 Criterios de calidad de suelo.	CUMPLIMIENTO	Cr FECHA 09 y 10 de enero 2016 mg/kg	Anexo 2 del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados Tabla 1 Criterios de calidad de suelo	CUMPLIMIENTO
E-1	9932245	564501		54			54	
E-2	9931788	565200	31.20		Si	17.34		Si
E-3	9931226	564989	33.50		Si	18.36		Si
E-4	9930728	564828	33.20		Si	17.04		Si
E-5	9929981	564894				11.67		Si
E-6	9929350	565598	36.80		Si	21.63		Si
E-7	9928669	566411	33.80		Si	23.07		Si
E-8	9928632	566883	27.90		Si	27.98		Si
E-9	9928184	568363	28.60		Si	33.09		Si

E-28	9929096	573474	23.50	Si	21.24	Si
E-29	9928306	569666	22.60	Si	18.34	Si
E-30	9928800	569536			29.98	Si

ANEXO 12. RESULTADOS DEL PARÁMETRO MERCURIO EN SEDIMENTO EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO COMPARADOS CON LA NORMA AMBIENTAL CANADIENSE.

Código	Coordenadas		MERCURIO FECHA 13 y 14 de junio 2015. mg/kg	ISQGs Marino/es tuario (mg · kg-1 dw).	CUMPLI MIEN TO	PEL Marino/e stuario (mg · kg- 1 dw).	MERCURIO FECHA 09 y 10 de enero 2016. mg/kg	ISQGs Marino/e stuario (mg · kg- 1 dw).	CUMPLI MIEN TO	PEL Marino/estu ario (mg · kg-1 dw).	CUMPLIMI ENTO	
E-1	9932245	564501		0.13		0.70		0.13		0.70		
E-2	9931788	565200	0.10		SI		SI		0.30		NO	SI
E-3	9931226	564989	0.01		SI		SI		0.30		NO	SI
E-4	9930728	564828	0.08		SI		SI		0.30		NO	SI
E-5	9929981	564894							0.30		NO	SI
E-6	9929350	565598	0.10		SI		SI		0.30		NO	SI
E-7	9928669	566411	0.01		SI		SI		1.00		NO	NO
E-8	9928632	566883	0.12		SI		SI		0.30		NO	SI

FCNM

ANEXOS – Página 120

ESPOL

E-9	9928184	568363	0.13
E-10	9927834	569062	0.24
E-11	9927549	569801	0.35
E-12	9928049	570885	0.03
E-13	9928121	576183	0.25
E-14	9928035	576879	0.33
E-15	9927799	577907	0.19
E-16	9928242	576350	0.09
E-17	9927924	575378	0.10
E-18	9928231	574324	
E-19	9928359	573709	
E-20	9928414	572980	
E-21	9928651	572280	
E-22	9929221	570652	0.15
E-23	9929025	570189	0.09
E-24	9928454	569935	0.16
E-25	9929058	571550	
E-26	9929409	572854	0.32

FCNM

SI
NO
NO
SI
NO
NO
NO
SI
SI
NO
SI
NO
NO

ANEXOS – Página 121

SI	0.30
SI	
SI	0.30
SI	
SI	0.30
	0.40
	0.30
	0.30
	0.30
SI	0.30
SI	0.30
SI	
SI	0.30

NO		SI
NO		SI
NO		SI

ESPOL

E-27	9929409	572854	0.07		SI		SI	0.30		NO		SI
E-28	9929096	573474	0.10		SI		SI	0.30		NO		SI
E-29	9928306	569666	0.06		SI		SI	0.30		NO		SI
E-30	9928800	569536						0.30		NO		SI

**ANEXO 13. RESULTADOS DEL PARÁMETRO MERCURIO EN SEDIMENTO EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO
COMPARADOS CON LA NORMA AMBIENTAL ECUATORIANA.**

Código	Coordenadas		MERCURIO FECHA 13 y 14 de junio 2015. mg/kg	Anexo 2 del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados Tabla 1 Criterios de calidad de suelo.	CUM PLIMI ENTO	MERCURIO FECHA 09 y 10 de enero 2016. mg/kg	Anexo 2 del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados Tabla 1 Criterios de calidad de suelo.	CUMPLIMIE NTO
E-1	9932245	564501		0.1			0.1	
E-2	9931788	565200	0.10		SI	0.30		NO
E-3	9931226	564989	0.01		SI	0.30		NO

E-4	9930728	564828	0.08
E-5	9929981	564894	
E-6	9929350	565598	0.10
E-7	9928669	566411	0.01
E-8	9928632	566883	0.12
E-9	9928184	568363	0.13
E-10	9927834	569062	0.24
E-11	9927549	569801	0.35
E-12	9928049	570885	0.03
E-13	9928121	576183	0.25
E-14	9928035	576879	0.33
E-15	9927799	577907	0.19
E-16	9928242	576350	0.09
E-17	9927924	575378	0.10
E-18	9928231	574324	
E-19	9928359	573709	
E-20	9928414	572980	
E-21	9928651	572280	

FCNM

SI	0.30
	0.30
SI	0.30
SI	1.00
SI	0.30
SI	0.30
NO	0.30
NO	0.30
SI	0.30
NO	0.30
NO	
NO	0.30
SI	
SI	0.30
	0.40
	0.30
	0.30
	0.30

ANEXOS – Página 123

NO

ESPOL

E-22	9929221	570652	0.15		NO	0.30		NO
E-23	9929025	570189	0.09		SI	0.30		NO
E-24	9928454	569935	0.16		NO			
E-25	9929058	571550						
E-26	9929409	572854	0.32		NO	0.30		NO
E-27	9929409	572854	0.07		SI	0.30		NO
E-28	9929096	573474	0.10		SI	0.30		NO
E-29	9928306	569666	0.06		SI	0.30		NO
E-30	9928800	569536				0.30		NO

**ANEXO 14. RESULTADOS DEL PARÁMETRO PLOMO EN SEDIMENTO EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO
COMPARADOS CON LA NORMA AMBIENTAL CANADIENSE.**

Código	Coordenadas		PLOMO FECHA 13/06/2015 mg/kg	ISQGs Marino/estuari o (mg · kg-1 dw).	CUMPLI MIENT O	PEL Marino/estuari o (mg · kg-1 dw).	CUMPLI MIENTO
E-1	9932245	564501		30.2		112	
E-2	9931788	565200	14.10		Si		si
E-3	9931226	564989	9.30		Si		si
E-4	9930728	564828	8.60		Si		si

FCNM

ANEXOS – Página 124

ESPOL

E-5	9929981	564894	
E-6	9929350	565598	4.60
E-7	9928669	566411	9.80
E-8	9928632	566883	9.10
E-9	9928184	568363	11.80
E-10	9927834	569062	14.60
E-11	9927549	569801	17.80
E-12	9928049	570885	10.80
E-13	9928121	576183	9.80
E-14	9928035	576879	11.70
E-15	9927799	577907	15.20
E-16	9928242	576350	14.30
E-17	9927924	575378	14.20
E-18	9928231	574324	
E-19	9928359	573709	
E-20	9928414	572980	
E-21	9928651	572280	
E-22	9929221	570652	18.10
E-23	9929025	570189	16.40

Si		si
Si		Si
Si		Si

E-24	9928454	569935	15.90	Si		Si
E-25	9929058	571550				
E-26	9929409	572854	17.20	Si		Si
E-27	9929409	572854	11.20	Si		Si
E-28	9929096	573474	11.60	Si		Si
E-29	9928306	569666	12.50	Si		Si
E-30	9928800	569536				

**ANEXO 15 RESULTADOS DEL PARÁMETRO PLOMO EN SEDIMENTO EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO
COMPARADOS CON LA NORMA AMBIENTAL ECUATORIANA.**

Código	Coordenadas		PLOMO FECHA 13/06/2015 mg/kg	Anexo 2 del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados Tabla 1 Criterios de calidad de suelo.	CUMPLIMIENTO
E-1	9932245	564501		19	
E-2	9931788	565200	14.10		Si
E-3	9931226	564989	9.30		Si
E-4	9930728	564828	8.60		Si
E-5	9929981	564894			

E-6	9929350	565598	4.60	Si
E-7	9928669	566411	9.80	Si
E-8	9928632	566883	9.10	Si
E-9	9928184	568363	11.80	Si
E-10	9927834	569062	14.60	Si
E-11	9927549	569801	17.80	Si
E-12	9928049	570885	10.80	Si
E-13	9928121	576183	9.80	Si
E-14	9928035	576879	11.70	Si
E-15	9927799	577907	15.20	Si
E-16	9928242	576350	14.30	Si
E-17	9927924	575378	14.20	Si
E-18	9928231	574324		
E-19	9928359	573709		
E-20	9928414	572980		
E-21	9928651	572280		
E-22	9929221	570652	18.10	Si
E-23	9929025	570189	16.40	Si
E-24	9928454	569935	15.90	Si

E-25	9929058	571550		
E-26	9929409	572854	17.20	Si
E-27	9929409	572854	11.20	Si
E-28	9929096	573474	11.60	Si
E-29	9928306	569666	12.50	Si
E-30	9928800	569536		

**ANEXO 16 RESULTADOS DEL PARÁMETRO COBRE EN SEDIMENTO EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO
COMPARADOS CON LA NORMA AMBIENTAL CANADIENSE.**

Código	Coordenadas		COBRE FECHA 13/06/2015 mg/kg	ISQGs Marino/estuari o (mg · kg-1 dw).	CUMPLI MIENT O	PEL Marino/estuari o (mg · kg-1 dw).	CUMPLI MIENT O
E-1	9932245	564501		18.7		108	
E-2	9931788	565200	16.5		Si		si
E-3	9931226	564989	22.5		No		si
E-4	9930728	564828	21.8		No		si
E-5	9929981	564894					
E-6	9929350	565598	20.4		No		si
E-7	9928669	566411	18.5		Si		si

FCNM

ANEXOS – Página 128

ESPOL

E-8	9928632	566883	23.5	No		si
E-9	9928184	568363	23.1	No		si
E-10	9927834	569062	14.5	Si		si
E-11	9927549	569801	18.8	No		si
E-12	9928049	570885	19.5	No		si
E-13	9928121	576183	21.7	No		si
E-14	9928035	576879	21.6	No		Si
E-15	9927799	577907	19.5	No		Si
E-16	9928242	576350	20.6	No		Si
E-17	9927924	575378	22.4	No		Si
E-18	9928231	574324				
E-19	9928359	573709				
E-20	9928414	572980				
E-21	9928651	572280				
E-22	9929221	570652	16.5	Si		Si
E-23	9929025	570189	15.1	Si		Si
E-24	9928454	569935	17.9	Si		Si
E-25	9929058	571550				
E-26	9929409	572854	21.5	No		Si

E-27	9929409	572854	17.9	Si		Si
E-28	9929096	573474	21.6	No		Si
E-29	9928306	569666	17.6	Si		Si
E-30	9928800	569536				

ANEXO 17 RESULTADOS DEL PARÁMETRO COBRE EN SEDIMENTO EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO COMPARADOS CON LA NORMA AMBIENTAL ECUATORIANA.

Código	Coordenadas		COBRE FECHA 13/06/2015 mg/kg	Anexo 2 del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados Tabla 1 Criterios de calidad de suelo.	CUMPLIMIENTO
E-1	9932245	564501		25	
E-2	9931788	565200	16.5		Si
E-3	9931226	564989	22.5		Si
E-4	9930728	564828	21.8		Si
E-5	9929981	564894			
E-6	9929350	565598	20.4		Si

E-7	9928669	566411	18.5	Si
E-8	9928632	566883	23.5	Si
E-9	9928184	568363	23.1	SI
E-10	9927834	569062	14.5	Si
E-11	9927549	569801	18.8	Si
E-12	9928049	570885	19.5	Si
E-13	9928121	576183	21.7	SI
E-14	9928035	576879	21.6	SI
E-15	9927799	577907	19.5	SI
E-16	9928242	576350	20.6	SI
E-17	9927924	575378	22.4	Si
E-18	9928231	574324		
E-19	9928359	573709		
E-20	9928414	572980		
E-21	9928651	572280		
E-22	9929221	570652	16.5	Si
E-23	9929025	570189	15.1	Si
E-24	9928454	569935	17.9	Si
E-25	9929058	571550		

E-26	9929409	572854	21.5	Si
E-27	9929409	572854	17.9	Si
E-28	9929096	573474	21.6	Si
E-29	9928306	569666	17.6	Si
E-30	9928800	569536		

ANEXO 18. PRUEBA TEST T

Salinidad Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	19.48048	4.486211						
Seca	8.94571	4.833038	21	10.53476	6.181091	7.810327	20	0.000000
Salinidad Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p

Lluviosa	5.097778	3.255802						
Seca	4.297778	3.767956	9	0.800000	6.210024	0.386472	8	0.709223
Turbidez Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	36.62381	51.30651						
Seca	52.16190	47.37873	21	-15.5381	66.59772	-1.06917	20	0.297727
Turbidez Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	74.22222	38.81165						
Seca	71.01111	26.41257	9	3.211111	50.01623	0.192604	8	0.852069
Nitritos Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.018143	0.007977						
Seca	0.181048	0.116936	21	-0.162905	0.117703	-6.34241	20	0.000003
Nitritos Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.028556	0.002744						
Seca	0.212111	0.046426	9	-0.183556	0.046936	-11.7322	8	0.000003
Fosfatos Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.731905	0.235873						
Seca	0.399524	0.163691	21	0.332381	0.227264	6.702157	20	0.000002
Fosfatos Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.963333	0.051720						
Seca	0.482222	0.099722	9	0.481111	0.131382	10.98581	8	0.000004
Amonio Sector 1								

	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.160400	0.163945						
Seca	0.174000	0.092247	20	-0.013600	0.199049	-0.305559	19	0.763263
Amonio Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.125444	0.080778						
Seca	0.193333	0.047697	9	-0.067889	0.070575	-2.88581	8	0.020329
DO %Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	69.9186	17.35910						
Seca	100.1190	24.22647	21	-30.2005	35.80643	-3.86512	20	0.000964
DO% Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	66.9222	4.99594						
Seca	145.4111	30.53410	9	-78.4889	32.34426	-7.28001	8	0.000086
Sector 1 DO (mg/l)								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	4.666190	1.096072						
Seca	7.559524	1.594683	21	-2.89333	2.220104	-5.97221	20	0.000008
Sector 2 DO (mg/l)								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	4.79111	0.331566						
Seca	11.38000	1.913818	9	-6.58889	2.082273	-9.49283	8	0.000013
Sector 1 TDS								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	15470.00	3414.398						
Seca	6568.15	4469.754	20	8901.848	5524.120	7.206627	19	0.000001
Sector 2 TDS								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p

Lluviosa	3629.800	2697.226						
Seca	4085.667	3315.950	9	-455.867	4657.237	-0.293650	8	0.776499
Sólidos Totales en suspensión Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.061684	0.054906						
Seca	0.080481	0.097058	21	-0.018797	0.113083	-0.761724	20	0.455114
Sólidos Totales en suspensión Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.095046	0.045805						
Seca	0.062812	0.015906	8	0.032235	0.048383	1.884391	7	0.101509
Sólidos volátiles (%)Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.01675	0.00572						
Seca	25.18753	18.20246	21	-25.1708	18.20297	-6.33671	20	0.000003
Sólidos volátiles (%) Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.02175	0.006903						
Seca	22.50007	8.126567	8	-22.4783	8.125639	-7.82441	7	0.000105
Temperatura Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	29.29381	0.379440						
Seca	28.86286	0.358819	21	0.430952	0.516749	3.821727	20	0.001067
Temperatura Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	29.73778	0.310193						
Seca	29.48333	0.308828	9	0.254444	0.515488	1.480798	8	0.176934
pH Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p

Lluviosa	8.194444	0.134825						
Seca	8.024444	0.173502	9	0.170000	0.253328	2.013201	8	0.078886
pH Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	8.178095	0.308652						
Seca	7.869524	0.133883	21	0.308571	0.315060	4.488198	20	0.000225
conductividad Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	31.30850	7.111861						
Seca	15.57665	8.684215	20	15.73185	10.95467	6.422375	19	0.000004
conductividad Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	9.042222	5.525165						
Seca	8.435222	5.947613	9	0.607000	10.21165	0.178326	8	0.862900
contenido orgánico Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	2.904762	1.468028						
Seca	3.736190	1.448694	21	-0.831429	1.483453	-2.56839	20	0.018336
contenido orgánico Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	2.123750	0.678590						
Seca	3.047500	1.585260	8	-0.923750	1.646997	-1.58638	7	0.156674
Coliformes Totales Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	268.3333	562.5389						
Seca	954.4444	841.2471	18	-686.111	1026.348	-2.83620	17	0.011402
Coliformes Totales Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p

Lluviosa	1168.000	1158.952						
Seca	2080.000	752.994	5	-912.000	931.5417	-2.18916	4	0.093780
Coliformes Fecales Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	219.4444	550.2884						
Seca	442.2222	373.0882	18	-222.778	688.8422	-1.37211	17	0.187866
Coliformes Fecales Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	250.000	318.9044						
Seca	1660.000	993.9819	5	-1410.00	775.3709	-4.06626	4	0.015270
Cromo Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	23.76875	6.943476						
Seca	27.29375	5.076281	16	-3.52500	10.11361	-1.39416	15	0.183578
Cromo Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	27.06333	11.03923						
Seca	22.83333	1.52753	3	4.230000	11.90468	0.615437	2	0.600968
Mercurio Sector 1								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.343750	0.175000						
Seca	0.122075	0.100582	16	0.221675	0.225783	3.927221	15	0.001344
Mercurio Sector 2								
	Mean	Std. Dv.	N	Diff	Std. Dv. Diff	t	df	p
Lluviosa	0.300000	0.000000						
Seca	0.176767	0.074691	3	0.123233	0.074691	2.857721	2	0.103743

BIBLIOGRAFÍA

Ana Paula M.C. Valença, Paulo J.P. Santos 2012, Macrobenthic community for assessment of estuarine health in tropical areas (Northeast, Brazil): Review of macrofauna classification in ecological groups and application of AZTI Marine Biotic Index, Marine Pollution Bulletin.

Álvarez, R., y H.S. Steinbach. 2006. Factres climáticos y edáficos reguladores del nivel de materia orgánica. En: Materia orgánica “Valor Agronómico y Dinámica en Suelos Pampeans” (ed. R Álvares). Editorial. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Pp. 31-40. (%MO).

Atlas R.M., Bartha R. 2002. Ecología microbiana y Microbiología ambiental, Pearson Education, S. A., Madrid: 677pp.

Bashkin V.N. 2002. Biogeochemical cycling of trace elements. En: Modern biogeochemistry. Kluwer Academic Publ., The Netherlands, pp 161-197

Bo Christensen and FAO, 2007. Los manglares ¿para qué sirven?, artículo basado en el estudio Management and utilization of mangroves in Asia and the Pacific).

Bayen, S., 2012. Occurrence, bioavailability and toxic effects of trace metals and organic contaminants in mangrove ecosystems: a review. Environ. Int. 48, 84–101.

Blume, L.J., Schumacher, B.A. and Shaffer, P.W. 1990. Handbook of methods for acid deposition studies laboratory analyses for soil chemistry. EPA/600/4-90/023. U.S. Environmental Protection Agency, Las Vegas, NV.

Benitez - Nelson C. R. 2000. The biogeochemical cycling of phosphorus in marine systems. *Earth – Science Reviews* 51: 109 - 135.

Caccia V.G., Boyer J.N. 2007. A nutrient loading budget for Biscayne Bay, Florida. *Mar.Poll. Bul.* 54: 994 – 1008

Cameron, W. M. and D. W. Pritchard (1963) Estuaries. In M. N. Hill (editor), *The Sea*, Vol. 2. John Wiley & Sons, New York, 306 –324.

Camargo J.A., Alonso A. 2007. Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Ecosistemas* 16: 98 – 110.

Canadian Environmental Quality Guidelines. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

Canadian Council of Ministers of the Environment. 1999. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Chromium. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg

Canadian Council of Ministers of the Environment. 1999. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Lead. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg

Canadian Council of Ministers of the Environment. 1999. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Copper. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg

Canadian Council of Ministers of the Environment. 1999. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Mercury. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

Chapman, P.M., Wang, F., Caeiro, S., 2013. Assessing and managing sediment contamination in transitional waters. *Environ. Int.* 55, 71e91, 7.

Costanza et al. 1997. El valor de los servicios de los ecosistemas del mundo y el capital natural. *Nature* 387:253-260 (1997).

Coello,S.Vinueza,D.,Echeverría,M.F.,Cisneros,F.,Astudillo,Herrera,J.,Cervantes,E.,Andrade,G.,Pérez,J.,Soccola,J.,Bravo,S.,RealB.,Cárdenas,M.,Triviño,M.&Vera,J.2009. Diagnóstico ambiental de las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo. Informe preparado para el Ministerio del Ambiente. Ecobiotec del Ecuador.

Dugdale R.C. 1985. The effects of varying nutrient concentration on biological production in upwelling regions. In: Variation in nutrients and upwelling productivity. CalCOFI Rep., Vol. XXVI: 93-96.

Dugdale, R.C.; Goering, J.J. 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. Limnol. Oceanogr., 12: 196 – 206.

Dugdale R.C., Wilkerson F.P., Minas H.J. 1995. The role of the silicate pump in driving new production. Deep-Sea Res. Part I, 42: 697 – 719.

Dominguez, E. 2009 Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología / Eduard Dominguez y Hugo R. Fernández, -1ra. Ed.

Day J. W., Christian R. R., Boesch D. M. Yáñez-Arancibia A., Morris J., Twilley R. R., Naylor L., Schaffner L., Stevenson C. 2008. Consequences of Climate Change on the Ecogeomorphology of Coastal Wetlands. Estuaries and Coasts 3: 477–491.

Du Laing G., Bontinck A., Samson R., Vandecasteele B., Vanthuyne D.R.J., Meers E., Lesage E., Tack F.M.G., Verloo M.G. 2008a. Effect of decomposing litter on the mobility and availability of metals in the soil of a recently created floodplain. Geoderma 147: 34–46.

Ecology of Inland Waters and Estuaries. George Kell Reid 1961. Ecology of Estuaries. Donald Samuel Mclusky. 1971.

Estudios Geológicos Marinos, S.A. , Puerto de Málaga Local M5. , 29001 Málaga
web: <http://www.esgemar.com/pdf/DRAGA-VANVEEN.pdf>.

Environmental Protection Agency (2006). Volunteer Estuary Monitoring a methods Manual (second edition). Wetlands: (s.n).

Ecology of the Mondego River Basin. Global Importance of Local Experience, Universidad de Coimbra, Coimbra, pp. 243 – 256.

FAO, 2014, Informe temático La Fao y la Agenda de Desarrollo Post-2015, Servicios ecosistémicos, biodiversidad, recursos genéticos.

Froelich P.N. 1988. Kinetic control of dissolved phosphate in natural rivers and estuaries: a primer on the phosphate buffer mechanism. Limnol. Oceanogr. 33: 649 – 668.

Flindt M.R., Pardal M.A., Lillebø A.I., Martins I., Oliveira J.M. 2002. Nutrient dynamics in the intertidal pools of the Mondego estuary. I-Nutrients sources, sediments profiles, mineralisation and adsorption dynamics. En: Pardal, Marques, Graça (Eds), Aquatic

Garima Srivastava, Pradeep Kumar. 2013. WATER QUALITY INDEX WITH MISSING PARAMETERS, HBTI Kanpur, India

Galloway J.N. 2005. The Global Nitrogen Cycle. En: Biogeochemistry; Holland, Turekian (Eds.); Treatise on Geochemistry, 8. Elsevier – Pergamon, Oxford: 557 – 583

Giacometti V. Juan, Bersosa Fabia. 2006. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad de agua en el río Alambi. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador

Grall, J., Glémarec, M., 1997. Using Biotic Indices to Estimate Macrobenthic Community Perturbations in the Bay of Brest. Est. Coast Shelf Sci. 44, 43-53

Heisler J., Glibert P.M., Burkholder J.M., Anderson D.M., Cochlan W., Dennison W.C., Dortch Q., Gobler C.J., Heil C.A., Humphries E., Lewitus A., Magnien R., Marshall H.G., Sellner K.,

Hoppema M., Goeyens L. 1999. Redfield behavior of carbon, nitrogen and phosphorus depletions in Antarctic surface water. Limnol. Oceanogr. 44: 220 – 224.

Herbert R.A. 1999. Nitrogen cycling in coastal marine ecosystems. FEMS Microbiol. Rev. 23: 563-590.

Kennish M.J. 1998. Pollution impacts on marine biotic communities, CRC Press (ed.), N.Y., pp 310.

Koops H-P; Pommerening-Röser A. 2001. Distribution and ecophysiology of the nitrifying bacteria emphasizing cultured species. FEMS Microbiology Ecology 37: 1 – 9

Lorente I., Gamo D., Gómez J.L., Santos R., Flores L., Camacho A., Galindo L., Navarro J. 2004. Los efectos biológicos del cambio climático. Ecosistemas 13: 103-110.

LEVINTON, J. S. 1982. Marine ecology. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.

Ministerio de Ambiente Edición Especial N° 316. Registro Oficial. Lunes 04 de mayo 2015. Acuerdo Ministerial 061, reforma del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria.

Ministerio del Ambiente, 2012, Acuerdo Ministerial N° 178 – Registro Oficial N° 874, del 18 de enero de 2013.

Ministerio del Ambiente, 2014, Plan de manejo del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas REVISICOF.

Ministerio de Ambiente, 2015. Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1. del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.

Ministerio de Ambiente, 2015. Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI TULSMA. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.

METHODS FOR THE DETERMINATION OF TOTAL ORGANIC CARBON (TOC) IN SOILS AND SEDIMENTS by Brian A. Schumacher, Ph.D., 2002.

Paradigms in estuarine ecology - A review of the Remane diagram with a suggested revised model for estuaries. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 97 78-90.

R.H. Norris, University of Canberra, Canberra, ACT, Australia, M T Barbour, Tetra Tech, Owings Mills, MD, USA 2009, Bioassessment of Aquatic Ecosystems.

Risgaard-Petersen N., Nicolaisen M.H., Revbesch N.P., Lomstein B.A. 2004. Competition between Ammonia-Oxidizing Bacteria and Benthic Microalgae. Appl. Env. Microb. 70: 5528 - 37.

Rabouille C., Mackenzi F.T., May Ver L. 2001. Influence of the human perturbation on carbon, nitrogen, and oxygen biogeochemical cycles in the global coastal ocean. Geoch. Cosm. Acta, 65: 3615 – 41.

Ruttenberg K.C. 2005. The Global Phosphorus Cycle. En: Biogeochemistry; Holland, Turkerian (Eds.) Treatise on Geochemistry, 8. Elsevier-Pergamon, Oxford, pp. 585 – 643.

Redfield A.C., Ketchum B.H., Richards F.A. 1963. The influence of organisms on the composition of sea-water. En: Hill (Ed), The Sea. Vol. 2, Intersci. Publ. Jhon Wiley & Sons, New York : 26–77.

Salomons W., Förstner U. 1984. Metals in the hydrocycle. Springer-Verlag, Berlin, 688pp.

Stockwell D.A., Stoecker D.K., Suddleson M. 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: A scientific consensus. Harmful Algae 8: 3 – 13.

S.B. Bricker, B. Longstaffb, W. Dennison c, A. Jones c, K. Boicourtb, C. Wicksb , J. WoernerEffects of nutrient enrichment in the nation’s estuaries: A decade of change.

Somero G.N. 2002. Thermal physiology and vertical zonation of intertidal animals: optima, limits, and costs of living. Integ. and Comp. Biol. 42: 780–789.

Soto-Jiménez M.F. 2011. Transferencia de elementos traza en tramas tróficas acuáticas. Hidrobiológica 21: 239-248.

Thomson C., Tracey D. 2005. Nitrogen and phosphorus cycles. En: River Science. Issue 4: 1 – 8. <http://www.swanrivertrust.wa.gov.au>

Turner A., Millward G.E. 2002. Suspended Particles: Their Role in Estuarine Biogeochemical Cycles. Est. Coast. Shelf Sci. 55: 857–883.

Vaccaro R.F. 1965. Inorganic Nitrogen in Sea Water. En: Chemical Oceanography 1 Riley, Skirrow (Eds.). Academic Press. New York: 365 – 408.

Whitfield, A. K., Elliott, M., Basset, A., Blaber, S. J. M. & West, R. J. (2012).

William J. Mitsch, James G. Gosselink, Van Nostrand Reinhold Company, 1986.
Wetlands

Wood, J.M. 1974. Biological cycles for toxic elements in the environment. Science 183: 1049-52.

Zaggia et al., 2007. Hydrodynamic and sediment transport modelling in the canals of Venice