

ESPOL-CIB  
INVF

25 OCT 2018

por: *Liliana Andrade*

Liliana O.

24/01/2018.

ESPOL-CIB  
INVENTARIO FISICO

09 OCT 2019

por: *[Signature]*





**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas,**

**Oceánicas y Recursos Naturales**

**"Distribución y Abundancia del Macro Bentos en la Reserva Ecológica  
Manglares Churute en Relación a su Calidad Ambiental en el Periodo de  
Época Seca del 2014"**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la obtención del Título de:**

**BIOLOGO**

**Presentada por:**

**ANDRADE PEÑA FATIMA NATALY**

**GUAYAQUIL – ECUADOR  
2015**



# **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas,  
Oceánicas y Recursos Naturales**

“Distribución y Abundancia del Macro Bentos en la Reserva Ecológica  
Manglares Churute en Relación a su Calidad Ambiental en el Periodo de  
Época Seca del 2014”

## **TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**BIOLOGO**

Presentada por:

**ANDRADE PEÑA FATIMA NATALY**

**GUAYAQUIL – ECUADOR  
2015**



## **AGRADECIMIENTO**

Deseo agradecer a mi familia por su apoyo incondicional durante este proceso. Ellos son mi guía, mi modelo a seguir, mi fortaleza y mi inspiración.

A mis tutores de tesis, Dra. Paola Calle y Dr. Antonio Herrera y evaluadoras Dra. Ana Tirapé y Dra. Mireya Pozo por su contribución a mi formación no solo académica y profesional sino también a mi crecimiento personal.

A el Blgo. Omar Alvarado por su constante colaboración y ayuda en el desarrollo de este proyecto en su función como técnico del Laboratorio de Ecotoxicología de la Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales (FIMCBOR).

## DEDICATORIA

A mis padres, Vicente y Jacqueline, por ser mis constantes compañeros. Por guiarme en este camino y darme la suficiente confianza y seguridad para poder tomar mis propias decisiones.

A mi hermana, Lisette, por estar junto a mí en las buenas y en las malas. Por ser mi cómplice y siempre estar dispuesta a apoyarme.

A mi angelito, Claudia, por cuidarme aun cuando ya no está conmigo.

A mi hermosa y gran familia, por todos esos momentos inolvidables.

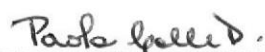
***Fátima Nataly Andrade Peña***

## TRIBUNAL DE GRADUACION




---

Ing. Eduardo Cervantes  
PRESIDENT



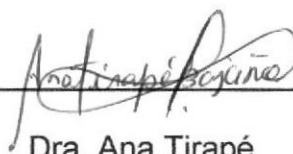
---

Dra. Paola Calle  
DIRECTORA



---

Dr. Antonio Herrera  
CO-DIRECTOR



---

Dra. Ana Tirapé  
EVALUADORA

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad de contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



---

Fátima Nataly Andrade Peña

## RESUMEN

El estero Churute está localizada al este del río Guayas y del Golfo de Guayaquil dentro de la Reserva Ecológica Manglares Churute. El Estero forma parte de un ecosistema estuario que aporta con un gran número de servicios ecológicos y económicos a la población y en especial a las comunidades costeras que se benefician de los bosques de manglar y las familias que viven dentro del área. Entre los diferentes servicios ecológicos que ofrece el ecosistema de manglar se pueden destacar el hábitat de especies de crustáceos de gran valor comercial y el desarrollo de actividades turísticas.

Durante la época seca del año 2014 se realizó este proyecto de tesis como parte del proyecto "Evaluación Ecotoxicológica en dos áreas protegidas del Golfo de Guayaquil: Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado y Reserva Ecológica Manglares Churute" T3-D1-2004 dirigido por la Dra. Paola

Calle y con financiamiento de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

De acuerdo a la metodología de muestreo en el Estero Churute se eligieron de manera aleatoria 4 estaciones de muestreo, las cuales fueron identificadas y georeferenciadas con un GPS. En cada estación se tomó por triplicado muestras de agua y sedimento en los playones expuestos durante la marea baja, para la evaluación de la calidad del agua, sedimento y comunidades macro-bentónicas presentes en el sector. El total de muestras fueron transportadas al laboratorio de Ecotoxicología de la Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceanográficas y Recursos Naturales (FIMCBOR) de la ESPOL para su posterior análisis. Estas muestras se transportaron al laboratorio de Ecotoxicología de la ESPOL para su análisis. Sin embargo, por medio de un equipo multiparámetros se realizó el análisis de la calidad de agua *in situ*.

Los datos se caracterizaron por presentar fluctuaciones en los niveles de salinidad entre las estaciones de muestreo, niveles de oxígeno disuelto por encima del límite mínimo permisible indicado en TULSMA (% saturación > 60), niveles de hipoxia (% de saturación <60), y concentraciones de sulfuro de hidrógeno por debajo del límite permisible indicado en TULSMA (hasta 0.0002mg/l). Se observó una baja diversidad y abundancia de especies de

macro invertebrados bentónicos, con tan solo 7 especies identificadas. De las cuales la subclase *Oligoqueta* tuvo una abundancia numérica dominante. Esta subclase no pudo ser llevada a un nivel menor en su clasificación taxonómica por ciertas limitaciones en la forma de identificación de la misma. Entre las limitaciones encontradas cabe recalcar la falta de datos sobre estos organismos en la región, los equipos de visualización, y la fragilidad de los organismos al momento de ser manipulados. Sin embargo, se cree que los especímenes analizados podrían pertenecer en su mayoría a la familia Tubificidae. Se observaron diferencias significativas entre todas las especies en relación a abundancia y distribución, con excepción de la subclase *Oligoqueta* y la familia *Nerididae*.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
INDICE GENERAL .....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1.....	4
<b>1. GENERALIDADES DEL ESTERO CHURUTE DE LA RESERVA ECOLÓGICA MANGLARES CHURUTE.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Aspectos Físicos.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. Clima.....	6
1.1.2. Importancia Ecológica.....	7
1.1.3. REMCH como área protegida .....	8
1.1.4 Actividades antropogénicas.....	9
CAPITULO 2.....	12
<b>2. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>12</b>
2.1. Áreas de muestreo .....	12
2.2. Recolección de Muestras.....	13
2.3. Análisis en el Laboratorio.....	16
2.3.1 Metodología para la determinación de parámetros físicos .....	16



2.3.1.1. Análisis de la textura del sedimento .....	16
2.3.1.2 Materia orgánica en el sedimento.....	17
2.3.2. Metodología para la determinación de parámetros Químicos. ....	18
2.3.2.1. Amonio Intersticial en muestras de agua .....	18
2.3.2.2. Amoniacó en muestras de sedimento.....	18
2.3.3. Análisis de muestras biológicas – Macro Invertebrados.....	18
2.3.3.1. Separación e identificación de organismos macro invertebrados .....	19
2.3.3.2. Densidad Macro Bentónica.....	20
2.3.3.3 Índice de Shannon-Wiener.....	21
2.3.3.4. Índice de Equitatividad.....	22
2.4. Análisis de Datos .....	23
2.4.1. Análisis Descriptivo.....	23
2.4.2. Análisis de varianza.....	23
2.4.3. Canoco .....	24
CAPITULO 3 .....	25
3. Resultados.....	25
3.1 Parámetros físico-químicos .....	25
3.1.1. Temperatura.....	26
3.1.2. Salinidad .....	27
3.1.3. Oxígeno Disuelto.....	28
3.1.4. Conductividad .....	29

3.1.5 Potencial de Hidrogeno.....	30
3.1.6 Turbidez .....	31
3.1.7. Nitrito, Amonio Intersticial y Amoniaco.....	32
3.1.8. Sulfuro de Hidrogeno, Sulfuro y Sulfato.....	33
3.1.9 Textura del Sedimento .....	35
3.1.10. Porcentaje de Materia Orgánica.....	36
3.1.12. Porcentaje de Humedad.....	37
3.2 Macro Invertebrados bentónicos .....	38
3.3 CANOCO.....	42
4. Discusión.....	47
4.1. Parámetros fisico-químicos .....	48
4.1.2. Oxígeno Disuelto.....	49
4.1.3. Salinidad .....	50
4.1.4 Potencial de Hidrogeno (pH) .....	51
4.1.5. Textura del Sedimento .....	51
4.2. Organismos Macro Bentónicos .....	52
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFIA.....	59
ANEXOS .....	65

## ABREVIATURAS

cm	Centímetros
g/L	Gramos por litro
GPS	Global Positioning System
Ind/m <sup>2</sup>	Individuo por metro cuadrado
Km	Kilómetros
Km <sup>2</sup>	Kilómetros cuadrados
m	Metros
mg/l	Miligramos por litro
ml	Mililitros
mm	Milímetros
mS/cm	Micro Siemens por centímetro
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
pH	Potencial de Hidrogeno
rpm	Revoluciones por minuto
NTU	Unidad nefelométrica de turbidez
REMCH	Reserva Ecológica Manglares Churute
E1...4	Estación 1 a 4
E1R1...3	Estación 1 Replica 1 a 3
E2R1...3	Estación 2 Replica 1 a 3
E3R1...3	Estación 3 Replica 1 a 3
E4R1...3	Estación 4 Replica 1 a 3

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista Satelital Reserva Ecológica Manglares Churute (REMCH) .....	6
Figura 2. Estero de la Reserva Ecológica Manglares Churute (REMCH).....	13
Figura 3. Estaciones y puntos de muestreo en estero Churute REMCH.....	14
Figura 4. Valores promedio de temperatura por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	27
Figura 5. Valores promedio de salinidad por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	28
Figura 6. Valores promedio de oxígeno disuelto por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	29
Figura 7. Valores promedio de conductividad por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	30
Figura 8. Valores promedio de potencial de hidrógeno por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	31
Figura 9. Valores promedio de turbidez por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	32
Figura 10. Valores promedio de amonio, amoniaco, y nitrito por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	33

Figura 11. Valores promedio de sulfuro y sulfato por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	35
Figura 12. Valores promedio de los porcentajes de Limos, Arena, y Arcilla por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	36
Figura 13. Valores promedio del porcentaje de materia orgánica por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	37
Figura 14. Valores promedio del porcentaje de humedad por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones. ....	38
Figura 15. Valores porcentuales de Macro Invertebrados bentónicos identificados .....	39
Figura 16. Relación entre parámetros fisicoquímicos y especies identificadas	43
Figura 17. Respuesta de organismos al oxígeno disuelto .....	44
Figura 18. Respuesta de organismos a la salinidad.....	45
Figura 19. Respuesta de organismos al porcentaje de materia orgánica.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo en estero Churute en REMCH.....	14
<b>Tabla II.</b> Densidad poblacional de macro invertebrados bentónicos (ind/m <sup>2</sup> ) ..	40
<b>Tabla III.</b> Abundancia Relativa de especies por punto de muestreo .....	41
<b>Tabla IV.</b> Índices de diversidad, riqueza y equitatividad por punto de muestreo (Datos exportados CANOCO).....	41

## INTRODUCCION

El estero Churute se encuentra dentro de la Reserva Ecológica Manglares Churute (REMCH), creada bajo Acuerdo Ministerial N A-322 del 26 de Julio de 1979 [5]. Esta reserva comprende la Cuenca Baja del Guayas y el Golfo de Guayaquil, correspondiendo a un pequeño sector dentro del gran sistema estuarino formado por el río Guayas y el Estero Salado. Por lo tanto, el Estero Churute recibe aportes de: agua dulce y sedimentario principalmente del río Guayas y de los ríos Taura, Churute, Cañar y Naranjal, y agua salina desde el Golfo de Guayaquil por el canal de Jambelí y el canal de Mondragón [4, 6, 7]

Gracias a la realización de este proyecto se pudo obtener información fundamental para el asentamiento de una línea base que permita mejorar el manejo de la reserva y conocer los niveles de contaminación actuales del mismo. Este estero es de gran importancia para la región tanto por su valor ecológico como por los servicios que presta a la comunidad que lo rodea. Este estudio permitirá a las autoridades respectivas analizar los actuales planes de manejo y las normativas en caso de que deban ser modificadas para contrarrestar las afectaciones antropogénicas.

La hipótesis de esta tesis establece que existe una relación entre la calidad ambiental del Estero Churute y la distribución de la fauna macro bentónica.

Se planteó como objetivo general evaluar la distribución y abundancia de la fauna macro bentónica de la Reserva Ecológica Manglares Churute en relación a su calidad ambiental. A su vez se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las condiciones físico-químicas y de calidad del agua superficial del estero Churute.
- Determinar las características físicas (composición arenas, limos y arcillas) y la cantidad de materia orgánica del sedimento.
- Evaluar la distribución y abundancia de la comunidad bentónica asociada a la reserva.
- Analizar estadísticamente la relación entre la fauna macro bentónica y la calidad ambiental de la reserva

Al momento no existe información concreta sobre el estado ambiental del estuario Churute, mas debido a su ubicación dentro de una reserva y al pie del Cerro Masvale el impacto nocivo de las actividades antropogénicas se presume menor al de áreas similares donde el desarrollo humano ha causado estragos. Aun cuando la influencia antropogénica en el estero Churute es



considerada como mínima se debe tomar en cuenta las posibles afectaciones por parte de camarónicas que se encuentran en la boca del estero y el drenaje de agua proveniente de plantaciones cercanas.

Es necesaria una evaluación de las condiciones ambientales actuales para el desarrollo de una línea base que permita establecer el grado de contaminación en la reserva. A su vez se requiere la identificación de posibles bioindicadores de estrés y tolerancia para futura investigación. Lo cual puede ser logrado a través del análisis de la abundancia relativa y diversidad de macrobentos. Por lo cual, esta tesis aporta información inicial sobre las condiciones ambientales del estero y sirve como referencia para otros estudios.

Este trabajo de graduación se realizó como parte de un proyecto macro dentro del laboratorio de Ecotoxicología de la FIMCBOR llamado "Evaluación Eco-toxicológica en dos áreas protegidas del Golfo de Guayaquil: Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado y Reserva Ecológica Manglares Churute"

## **CAPITULO 1**

### **1. GENERALIDADES DEL ESTERO CHURUTE DE LA RESERVA ECOLÓGICA MANGLARES CHURUTE**

#### **1.1. Aspectos Físicos**

Los estuarios se caracterizan por ser cuerpos de agua en áreas costeras en los cuales las aguas continentales, provenientes del drenaje de los ríos, se mezclan de manera continua con las aguas provenientes de los océanos. Esta mezcla de agua dulce y aguas

oceánicas producen una variación en parámetros tales como la salinidad, temperatura y densidad [1]. Debido a las fluctuaciones de las mareas los suelos de estos sistemas se ven sumergidos periódicamente. La mezcla de aguas, fluctuaciones de parámetros, y otros hacen de estos sistemas lugares idóneos para la cría de un alto número de especies, como especies de valor comercial y especies con alta resistencia a las fluctuaciones de los parámetros ambientales.

El estero de la Reserva Ecológica Manglares Churute (REMCH) forma parte del estuario interior del Golfo de Guayaquil y de la cuenca baja del Río Guayas, lugar donde convergen las aguas salobres del estuario y las aguas continentales [2, 4]. Se debe notar que en este sector se ubica la mayor extensión de manglares del Ecuador, siendo REMCH la primera área protegida de manglar en la costa continental [2, 3, 5].

El aporte de sedimentos de ríos, tales como el Taura, Churute, Cañar y Naranjal, y la influencia de las mareas han contribuido a la formación de un complejo de canales e islas [4, 7, 17]. Al Oeste de la REMCH está el río Taura quien aporta la mayor cantidad de agua dulce, por lo cual se observa en esta región bajos niveles de salinidad.

Este sistema es de gran importancia, no tan solo ecológica sino también económica, ya que el estuario es hábitat de varias especies de interés comercial como peces, moluscos y crustáceos. Varios miembros de las comunas localizadas en la REMCH dependen del

estuario para su subsistencia. A su vez el estuario y las áreas de manglar se han convertido en un destino atractivo para el turismo ecológico.



**Figura 1.** Vista Satelital Reserva Ecológica Manglares Churute (REMCH)

**Fuente:** Google Earth, 2015

### 1.1.1. Clima

El clima de la reserva se ve influenciado por la convergencia de la corriente fría de Humboldt y de la corriente cálida del Niño. Esta convergencia da paso a dos estaciones climáticas bien definidas. Una estación lluviosa de enero a abril, y una estación seca de mayo a diciembre. De acuerdo a la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) versión 2006-2008 la temperatura promedio anual del

sitio es de 28° C. El promedio de precipitación anual es de 960mm, viéndose afectado de manera estacional, siendo los meses de enero a abril los que registran el mayor porcentaje de lluvias (82%) dejando así a los meses de mayo a diciembre con porcentajes de lluvias mucho menores (18%). Durante esta temporada la cima de los cerros de la región se caracterizan por estar cubiertos de neblina [4].

### **1.1.2. Importancia Ecológica**

Dentro de REMCH se encuentran protegidas tres ecosistemas de gran importancia en la región: la Laguna El Cancón, la Cordillera de Churute, y los bosques de manglar. Siendo la zona de manglar la que cubre la mayoría de la Reserva [4, 6].

Las zonas de manglar y estuario son de gran importancia ecológica por ser sitios de cría de varias especies marinas, así como sitios de alimentación y anidamiento de aves acuáticas. Gracias a las grandes aportaciones de materia orgánica y las características ambientales del sector este es propicio para la proliferación de especies tales como el cangrejo rojo (*Ucides occidentales*), ostiones (*Cassotrea colombiensis*), así como varias especies de peces [6].

También se encuentran registradas en la Reserva más de 400 especies de aves propias de los ecosistemas de manglar y del bosque seco tropical [4, 6, 7, 17, 21, 32].

### **1.1.3. REMCH como área protegida**

Mediante el Acuerdo Interministerial No. A-322 del 6 de julio de 1979 se declaró la creación de la Reserva Ecológica Manglares Churute. La misma correspondía a 55 212 hectáreas ubicadas en el estuario interior del Golfo de Guayaquil y la cuenca baja del río Guayas. Determinándose que un área denominada como reserva ecológica comprenderá un área mínima de diez mil hectáreas cuyo propósito sería la protección y conservación de la vida silvestre, de formaciones geológicas singulares, lugares de interés natural y cultural que se encontrasen en áreas naturales o con un grado de afectaciones antropogénicas parciales. Estas áreas se encuentran bajo el manejo directo del Ministerio del Ambiente por medio de la Jefatura del Área Protegida y se permite su uso bajo condiciones controladas [6].

En el año 1990 REMCH adquirió importancia mundial al ser incluida entre los sitios RAMSAR para la protección del manglar. A su vez en el año 1998 se creó el Plan de Manejo de La Reserva con la finalidad de

lograr un desarrollo sostenible de los recursos tangibles e intangibles provenientes de la misma.

#### **1.1.4 Actividades antropogénicas**

La Reserva se encuentra habitada por comuneros pertenecientes a 11 comunidades ancestrales que dependen directamente de los recursos que el ecosistema de manglar provee. Muchos de ellos dependen de la pesca, recolección de larvas, cangrejos y conchas de forma artesanal. Hasta el año 2009 se tenían registrados a mil portadores de credenciales para laborar en REMCH y 15 asociaciones de cangrejeros habían sido formadas [31]

A su vez algunos de los habitantes dependen de las actividades ecoturísticas que se realizan dentro de REMCH, y de las actividades agropecuarias que se realizan en los alrededores.

Dada su ubicación geográfica la región es propicia para el desarrollo de una gran diversidad de cultivos, siendo los principales la caña de azúcar y el arroz. En la cercanía de la Laguna El Canclón, que forma parte de REMCH, y de las faldas del cerro Masvale se concentra la actividad pecuaria [31]. Esto constituye una amenaza al balance del ecosistema, ya que por escorrentía y drenaje pesticidas orgánicos utilizados en el desarrollo agrícola podrían llegar al estero.

Se observa también la construcción de varias piscinas camaroneras cerca de la Reserva dado que el sector es idóneo para la cría de estos crustáceos de alto valor económico. Se conoce que en la zona de manglar existen aproximadamente 6000 ha que son utilizadas como camaroneras. Se especula que más de la mitad de estas no están reguladas por las autoridades pertinentes por lo cual no se tiene una idea del efecto de las mismas en el ecosistema.

También se deben considerar las afectaciones otras industrias que se ubican cerca de la reserva, tales como los ingenios azucareros, fábricas, y destilerías.

El desarrollo del sector y su importancia como zona agrícola llevo a la construcción de dos grandes carreteras como los son la Durán-Machala, que es altamente transitada por ser paso a la provincia de El Oro, y la Cuenca-Molleturo-Machala. Esto causo una alteración en la topografía de la región.

En el estudio realizado por Castillo y Velarde (2015) se utilizó el modelo conceptual de Holland *et al.*, (2004) para la clasificación de la cobertura de los suelos. Por medio de este método definieron que 0.96% (28.151 km<sup>2</sup>) de la superficie de REMCH es de cobertura impermeable de uso urbano, 4.87% (142.336 km<sup>2</sup>) es cobertura permeable correspondiente al cuerpo de agua, 8.97% (261.891 km<sup>2</sup>) es cobertura permeable de uso forestal, 15.04% (439.225 km<sup>2</sup>) cobertura permeable de uso del



manglar, 17.11% (499.841 km<sup>2</sup>) cobertura permeable de uso de camaroneras y 53.05% (1549.396 km<sup>2</sup>) cobertura permeable de uso agrícola [31].

## **CAPITULO 2**

### **2. MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1. Áreas de muestreo**

Para este estudio se determinó al estero de la Reserva como el área de muestreo y se dividió al mismo en cuatro estaciones. Dentro de cada una de estas estaciones se seleccionaron 3 puntos, de manera aleatoria, para la toma de muestras. Siendo cada punto tomado identificado como una réplica del muestreo durante la marea baja.



**Figura 2.** Estero de la Reserva Ecológica Manglares Churute (REMCH)

**Fuente:** Google Earth, 2015

## **2.2. Recolección de Muestras**

Se realizó un muestreo el 4 de diciembre del 2014; mes considerado como parte de la estación seca. La salida de campo se realizó en horas de la mañana, en bajamar y en zonas intermareales. Para este propósito se verificaron las tablas de mare provistas por el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR).

El área de muestreo fue dividida en 4 estaciones en la cual se tomaron tres puntos geo-referenciados utilizando un GPS. Se establecieron en total 12 puntos para este estudio (Ver Tabla I).

**Tabla I.** Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo en estero Churute en REMCH

Lugar	Estación	Replica	Coordenadas UTM	
			Sur	Este
Estero de REMCH, provincia del Guayas	1	1	9719782	640855
		2	9719443	640940
		3	9718920	640978
	2	1	9725918	638595
		2	9726112	638663
		3	9726462	638862
	3	1	9726018	642340
		2	9726144	642537
		3	9726358	642515
	4	1	9719893	637170
		2	9719853	637171
		3	9719921	637168



**Figura 3.** Estaciones y puntos de muestreo en estero Churute REMCH

**Fuente:** Google Earth, 2015

Se realizaron mediciones *in situ*, con un equipo Multiparámetros electrónico YSI-556, de parámetros de calidad de agua, tales como temperatura (T °C), salinidad (ups), potencial de hidrogeno (pH), oxígeno disuelto (mg/L), porcentaje de saturación (%), sólidos disueltos totales (g/L) y conductividad (mS/cm) en cada punto de muestreo.

A su vez se midió el sulfuro de hidrógeno (SH<sub>2</sub>) utilizando el kit HS-C de la marca Hach-2000. En botellas ámbar de un litro se recolectaron muestras de agua para análisis en el laboratorio. Siendo utilizadas 3 botellas por punto.

Utilizando un core se recolectaron de forma manual 3 réplicas de sedimento para análisis físicos como: textura del sedimento (porcentajes de arenas, limos y arcillas), contenido de materia orgánica; análisis químicos como la concentración de amonio; análisis biológico (identificación de macro invertebrados). El core utilizado tenía un diámetro de 10.5cm con una profundidad de 15cm. Las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas grandes (Ziploc), propiamente etiquetadas, libres de aire y totalmente cerradas.

Las muestras luego fueron transportadas al Laboratorio de Ecotoxicología de la Escuela Superior Politécnica de Litoral (ESPOL) para su procesamiento y posterior análisis. El transporte fue realizado en hieleras con grandes cantidades de hielo.

## **2.3. Análisis en el Laboratorio**

En el laboratorio se realizaron análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos siguiendo la metodología establecida. Los reactivos y equipos utilizados pertenecen al Laboratorio de Ecotoxicología de la Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales (FIMCBOR) de la ESPOL.

### **2.3.1 Metodología para la determinación de parámetros físicos**

#### **2.3.1.1. Análisis de la textura del sedimento**

Para la determinación de la textura del sedimento se siguió el método de la Pipeta modificado por Plumb [9]. Este método permite la medición de los porcentajes de humedad, arenas (>63 $\mu$ m), limos y arcillas (<63 $\mu$ m) [10]. A su vez se obtuvo la textura granulométrica mediante la clasificación de Sheppard [11].

### 2.3.1.2 Materia orgánica en el sedimento

Para la determinación de la materia orgánica presente en sedimento se utilizó la metodología conocida como "Pérdida por Ignición". En este procedimiento se colocan 10gr de sedimento en un crisol previamente pesado y rotulado. Este es llevado a la estufa con una temperatura de 90° C por veinticuatro horas. Una vez pasado este proceso se deja reposar el crisol por una hora. Cada crisol es pesado nuevamente para obtener el "peso seco". Luego los crisoles son colocados en la mufla a 650° C por seis horas. Una vez frío los crisoles se los pesa por tercera vez para obtener el "peso mufla". Este método se basa en la eliminación de la materia orgánica presente por medio de la calcinación de la misma [22]

Para la obtención de la materia orgánica presente se utiliza el siguiente cálculo:

$$MO\% = \frac{\text{Peso seco} - \text{Peso mufla}}{\text{Peso mufla} - \text{Peso crisol}} \times 100$$

## **2.3.2. Metodología para la determinación de parámetros Químicos.**

### **2.3.2.1. Amonio Intersticial en muestras de agua**

Se determinó la concentración de amonio intersticial en agua y sedimento utilizando el kit de medición de amoniaco TNT 381 de Hach, 2005 y el espectrofotómetro DR2800 de Hach. Los valores de amoniaco ( $N-NH_3$ ) obtenidos fueron registrados en miligramos por litro.

### **2.3.2.2. Amoniaco en muestras de sedimento**

Para este análisis se utilizó la centrifuga Hermle Z200A para homogenizar las muestras de amonio en sedimento. Las mismas fueron centrifugadas durante quince minutos a 3500 rpm. Se extrajo el sobrenadante obtenido con una micro pipeta, el cual fue sometido al procedimiento descrito en el literal 2.2.2.1.

## **2.3.3. Análisis de muestras biológicas – Macro Invertebrados**

El análisis de muestras biológicas consistió en la separación e identificación de los organismos macro invertebrados encontrados en



las muestras de sedimento. Estos análisis se realizaron en tres etapas diferentes (tamizado, separación e identificación).

Al llegar al laboratorio todas las muestras destinadas al análisis de organismos macro bentónicos fueron pasadas por un tamiz de 250um de acuerdo con la metodología descrita en Gillett *et. al.* 2005 [15]. Esto permitió separar la materia orgánica del sedimento. Una vez separadas las muestras del sedimento fueron colocadas en recipientes plásticos previamente rotulados, teñidas con eosina, la cual les da un color rojizo a los tejidos vivos; y fijadas con formol al 10%.

#### **2.3.3.1. Separación e identificación de organismos macro invertebrados**

Se procedió a separar los organismos macro invertebrados del material detrítico utilizando una bandeja de fondo blanco, pizas, agujas desmangadas, lupas y una lámpara de mesa.

Cada muestra fue puesta en la bandeja y se procedió a separar todos los tejidos vivos, los cuales se identificaron por su coloración rojiza y fueron almacenados en envases más pequeños con alcohol al 70%, debidamente rotulado. El material detrítico fue almacenado en el mismo recipiente. Una vez terminadas todas las muestras se volvió a procesar las muestras para asegurarse de tener todos los organismos presentes.

Luego con la ayuda de un experto, el Dr. Antonio Herrera, se llevó a cabo el conteo e identificación de los organismos. Este procedimiento se realizó mediante el uso de un estereoscopio y microscopio. Se realizó la identificación de los organismos hasta el menor nivel taxonómico posible.

La separación de organismos se realizó con la ayuda de varias claves taxonómicas, mas la falta de claves y otro tipo de material bibliográfico dificultó el proceso en cuanto a los filos Nematodo y Sipincula y la clase Oligochaeta.

De las muestras solo se contabilizaron los organismos completos, por lo cual en el punto E2R1 no se obtuvieron muestras viables.

Los organismos identificados son parte de la colección y base de datos del Laboratorio de Ecotoxicología de la FIMCBOR.

#### **2.3.3.2. Densidad Macro Bentónica.**

Se procedió a calcular la densidad macro bentónica, para lo cual se obtuvo en primer lugar el área en m<sup>2</sup> del core utilizado. Para esto se utilizó la fórmula del área total de un cilindro, la cual equivale a:

$$Area_{total} = 2\pi r(h + r)$$

Donde  $h$  es la altura del core (15.5cm) y  $r$  el radio del mismo (5.25cm). Esta fórmula nos da la constante 0.068447 para un metro cuadrado [29].

Para obtener una estimación del total de organismos encontrados en un metro cuadrado, se procedió a multiplicar el número de organismos encontrados en la muestra por un metro cuadro y dividido por la constante.

### **2.3.3.3 Índice de Shannon-Wiener**

Uno de los índices utilizados para medir la biodiversidad específica de una comunidad es el Índice de Shannon Wiener. Este índice toma en cuenta la riqueza de especies (número de especies en el área de estudio), y la abundancia de las mismas (número de organismos por especie).

Este índice normalmente se representa como  $H'$  y es expresado con valores positivos que suelen variar entre 1 y 5. Una de las desventajas de este índice es que no toma en consideración la distribución espacial de las especies y no tiene límites en cuanto a número de especies ni de abundancia [23].

El Índice de Shannon-Wiener se calcula mediante la siguiente formula:

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

Donde:

- H: diversidad de especie
- S: Número de especies
- $p_i$ : abundancia relativa ( $\frac{n_i}{N}$ )
- $n_i$ : número de individuos por especie
- N: número de todos los individuos de la muestra

#### 2.3.3.4. Índice de Equitatividad

A su vez se calculó la equitatividad (J), valor que representa el grado de similitud de las diferentes especies en relación a su abundancia. Este valor va de 0 a 1, e indica si existe dominancia por parte de una especie o si la comunidad se encuentra poblada por especies de abundancia similar [24].

Para calcular este índice se utiliza la siguiente formula:

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Dónde:

- H: es el valor observado en el Índice de Shannon-Wiener
- $H_{max}$ : es la diversidad máxima esperada [ $\ln S$ ]

## **2.4. Análisis de Datos**

Mediante el uso de estadística descriptiva y diversos análisis de varianza se analizaron los datos obtenidos. Una vez obtenidos los resultados por estación, se realizó una comparación entre estaciones.

### **2.4.1. Análisis Descriptivo**

Se analizaron los datos obtenidos en cada estación de manera sencilla por medio de la obtención de promedios, desviaciones estándar, valores máximos y mínimos, entre otros. Se utilizaron programas estadísticos como InfoStat y Statistica para estos análisis y para la producción de gráficos y tablas que permitieron hacer comparaciones visuales de manera sencilla sobre los parámetros físico-químicos.

### **2.4.2. Análisis de varianza**

Los programas antes mencionados fueron utilizados para realizar análisis de varianza y análisis multivariados para la determinación de diferencias significativas entre estaciones. Se definió un grado de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ) para todos los análisis realizados. Antes de realizar los análisis de varianza los datos crudos fueron sometidos a

la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks [26]. Los datos que no presentaron modalidad fueron suavizados con el método de regresión lineal LOWESS [27]. Los datos suavizados fueron analizados con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks. Las variables con distribución normal fueron analizadas de manera paramétrica.

A aquellas variables que no presentaron una distribución normal se les aplicó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis. Esta fue aplicada para determinar si alguno de los parámetros físicos, químicos o biológicos que no presentaron una distribución normal, determinada con la prueba de Shapiro-Wilk, presentaba diferencias significativas entre estaciones.

#### **2.4.3. Canoco**

Se utilizó el programa Canoco y Canoco Draw para de manera gráfica determinar si existe una relación entre las especies macro bentónicas presentes en el área y los parámetros físico-químicos analizados. Se obtuvieron gráficos que presentaron las tendencias de cada especie encontrada ante los datos obtenidos.

## CAPITULO 3

### 3. Resultados

#### 3.1 Parámetros físico-químicos

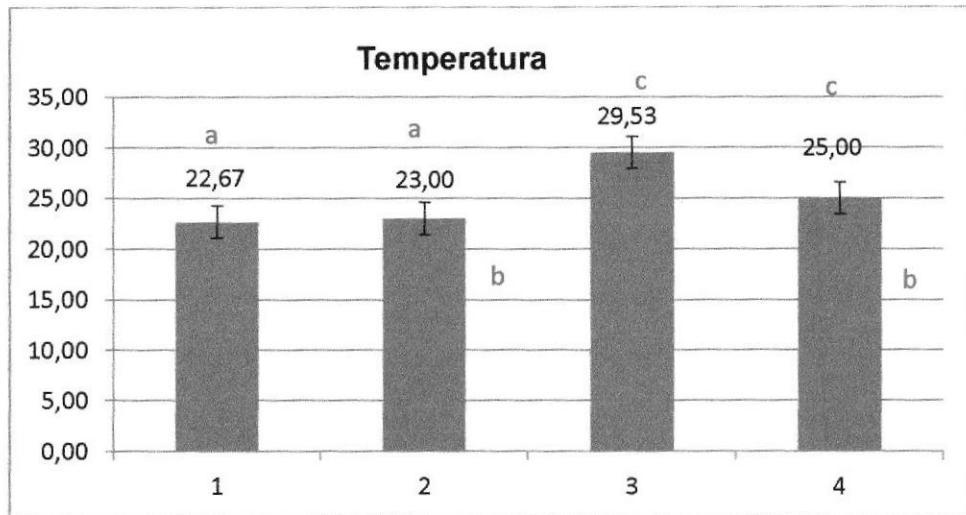
Al realizarse el test de normalidad de Shapiro-Wilk se determinó que los parámetros de amonio ( $p=0.0167$ ), fosfato ( $p=0.0291$ ), sulfuro ( $p<0.0001$ ), salinidad ( $p=0.0174$ ), turbidez ( $p=0.0489$ ), temperatura ( $p=0.0022$ ), oxígeno disuelto ( $p=0.0094$ ), solidos totales en agua ( $p<0.0001$ ), solidos suspendidos totales ( $p=0.0121$ ), porcentaje de limo ( $p<0.0001$ ), porcentaje de arcilla ( $p<0.0001$ ), y porcentaje de arena ( $p<0.0001$ ) no tuvieron una

distribución normal. Debido a esto fueron ajustados por regresión lineal LOWESS. Los datos suavizados fueron nuevamente analizados por medio del test de normalidad Shapiro-Wilks. Aquellas variables con distribución normal fueron analizadas de manera paramétrica con ANOVA. Las variables que no presentaron una distribución normal aun después de ser suavizadas fueron analizadas por medio del método no paramétrico de Kruskal-Wallis.

### **3.1.1. Temperatura**

Al analizar los resultados de temperatura se observó un rango de temperaturas entre 22 a 30°C. Con valores promedio de temperatura por estación de: E1 22.67°C  $\pm$  0.58, E2 23.00°C  $\pm$  0.0, E3 29.53°C  $\pm$  0.378 y E4 25.00°C  $\pm$  0.0. Como se mencionó este parámetro no tuvo una distribución normal por lo cual fue ajustado por el método de LOWESS. Los datos ajustados presentaron una distribución normal por lo cual se utilizó ANOVA para determinar si existían diferencias significativas entre estaciones. El ANOVA con comparación de Tukey mostro diferencias significativas entre E1-E3, E1-E4, y E2-E3 al nivel de alfa seleccionado (0.05).

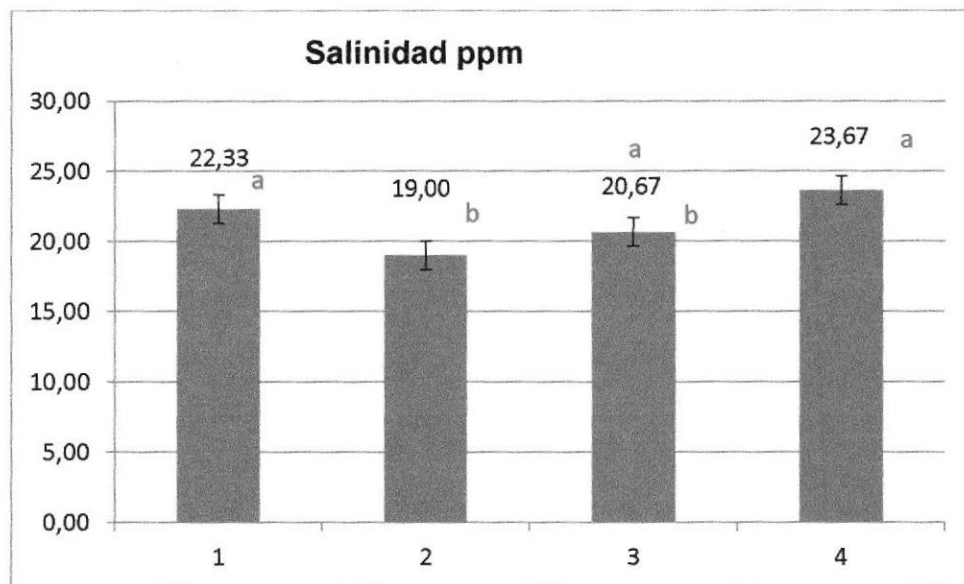




**Figura 4.** Valores promedio de temperatura por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

### 3.1.2. Salinidad

Con rangos de salinidad entre 18 y 24 ppm los valores de salinidad se encuentran dentro de los esperados para este tipo de ecosistema. Con valores promedio de salinidad de E1 22.33 ppm  $\pm$  2.89, E2 19 ppm  $\pm$  1, E3 20.67 ppm  $\pm$  1.15, y E4 23.67 ppm  $\pm$  0.57. Al no tener una distribución normal los datos fueron ajustados. Se realizó el test de Shapiro-Wilks y se observó una distribución normal. El análisis de los datos ajustados mediante ANOVA con comparación de Tukey señaló diferencias significativas entre E1-E2 y E2-E4.



**Figura 5.** Valores promedio de salinidad por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

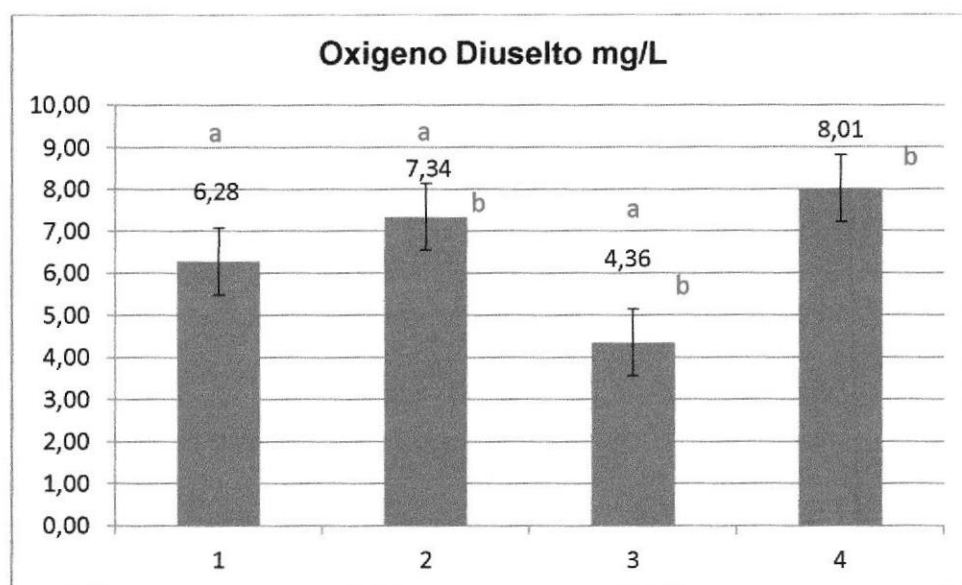
El análisis de los datos ajustados mediante F-test determinó una diferencia significativa entre E1-E2 ( $p=0.0342$ )

### 3.1.3. Oxígeno Disuelto

En respecto al oxígeno disuelto se observó rango de valores amplio. Ya que los datos obtenidos no presentaron una distribución normal fueron ajustados o suavizados mediante regresión lineal (LOWESS). Estos datos presentaron una distribución normal y fueron analizados mediante ANOVA con comparación de Tukey con un  $\alpha=0.05$ . Solo se

presentaron diferencias significativas entre E3-E4 por el método de ANOVA.

Los valores promedio por estación fueron de E1  $6.28\text{mg/L} \pm 0.0$ , E2  $7.34 \pm 0.82$ , E3  $4.36 \pm 0.08$ , y E4  $8.01 \pm 0.08$ .

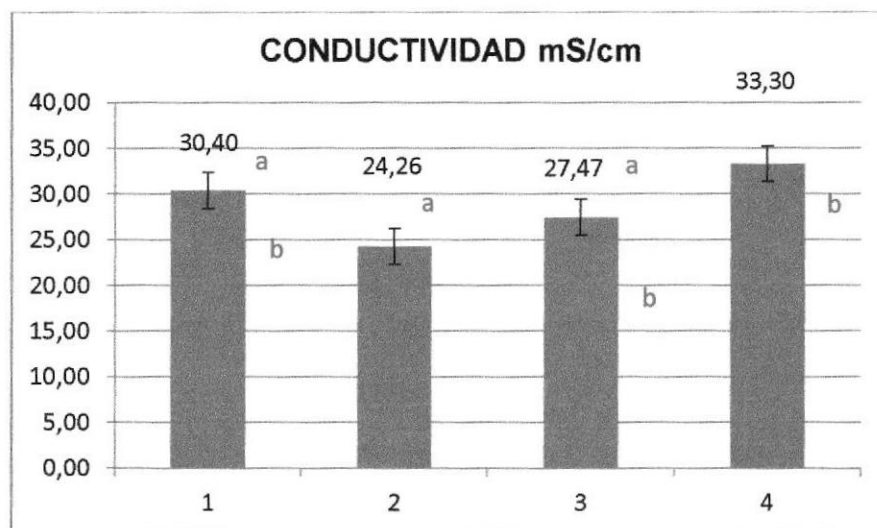


**Figura 6.** Valores promedio de oxígeno disuelto por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

#### 3.1.4. Conductividad

Al analizar los resultados entre estaciones se obtuvo los siguientes valores promedio: E1  $30.4\text{ mS/cm} \pm 5.03$ , E2  $24.26\text{ mS/cm} \pm 3.88$ , E3  $27.47\text{ mS/cm} \pm 0.49$  y E4  $33.3\text{ mS/cm} \pm 0.43$ . El test de normalidad Shapiro-Wilks indicó que este parámetro se encontraba distribuido de

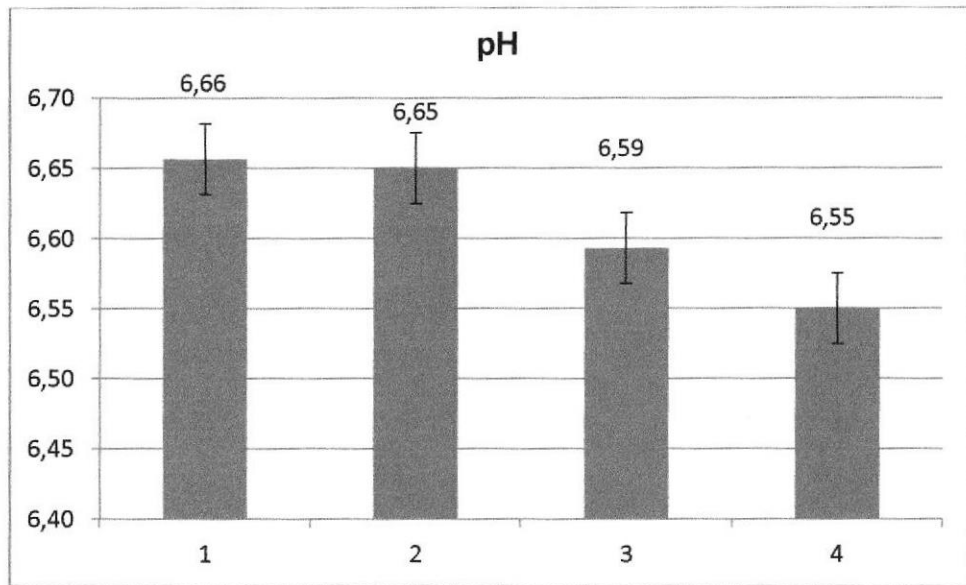
manera normal. Se realizó un ANOVA con la comparación de Tukey que dio como resultado una diferencia significativa entre E2-E4 ( $p=0.0410$ ) a un nivel de  $\alpha=0.05$



**Figura 7.** Valores promedio de conductividad por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

### 3.1.5 Potencial de Hidrogeno

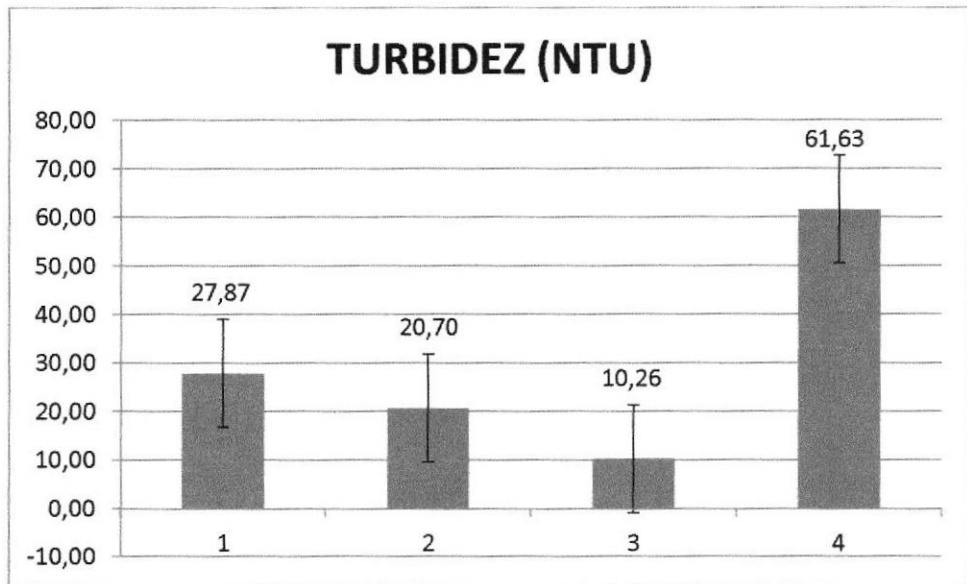
Se observó una distribución normal de acuerdo a Shapiro-Wilks, por lo cual se realizaron análisis paramétricos en la forma de ANOVA con comparación de Tukey el cual no mostraron diferencias significativas entre estaciones Siendo los valores promedio obtenidos: E1  $6.66 \pm 0.07$ , E2  $6.65 \pm 0.07$ , E3  $6.59 \pm 0.02$  y E4  $6.55 \pm 0.02$ .



**Figura 8.** Valores promedio de potencial de hidrógeno por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

### 3.1.6 Turbidez

Este parámetro no presentó una distribución normal. Se realizó un ajuste de datos por medio de LOWESS. Y se volvió a aplicar el test de normalidad Shapiro-Wilks el cual denotó una distribución no normal. Se aplicó el análisis de Kruskal-Wallis, el cual no mostró diferencias significativas entre estaciones. Los valores promedio por estación de este parámetro fueron: E1  $27.87 \pm 8.86$ , E2  $20.7 \pm 14.91$ , E3  $10.26 \pm 3.87$  y E4  $61.63 \pm 22.43$



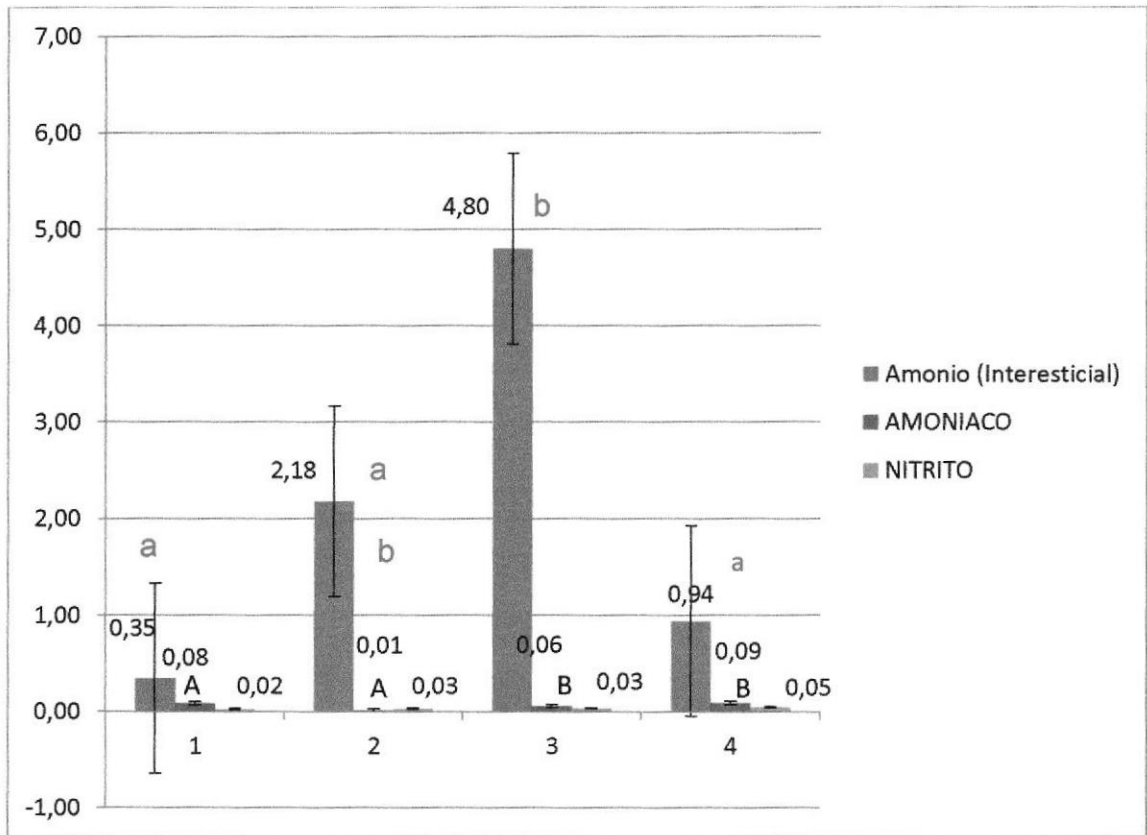
**Figura 9.** Valores promedio de turbidez por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

### 3.1.7. Nitrito, Amonio Intersticial y Amoniaco.

Los parámetros Amoniaco y Nitrito presentaron distribuciones normales mientras que el parámetro Amonio (Intersticial) no presentó una distribución normal. ANOVA no mostró diferencias significativas entre las estaciones para los parámetros Amoniaco y Nitrito.

Los datos de amonio fueron sometidos a un ajuste LOWESS y el test de normalidad determinó que los datos ajustados presentaban una distribución normal. Al ser analizados con ANOVA con comparación de Tukey se evidenció diferencias significativas entre E1-E3 y E3-E4.

Siendo los valores promedio de Amonio Intersticial: E1  $0.35 \pm 0.03$ , E2  $2.18 \pm 2.55$ , E3  $4.8 \pm 2.52$  y E4  $0.94 \pm 0.87$ ; Amoniaco: E1  $0.08 \pm 0.09$ , E2  $0.01 \pm 0.01$ , E3  $0.06 \pm 0.05$  y E4  $0.09 \pm 0.01$ ; Nitrito: E1  $0.02 \pm 0.01$ , E2  $0.03 \pm 0.01$ , E3  $0.03 \pm 0.01$  y E4  $0.05 \pm 0.02$



**Figura 10.** Valores promedio de amonio, amoniaco, y nitrito por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

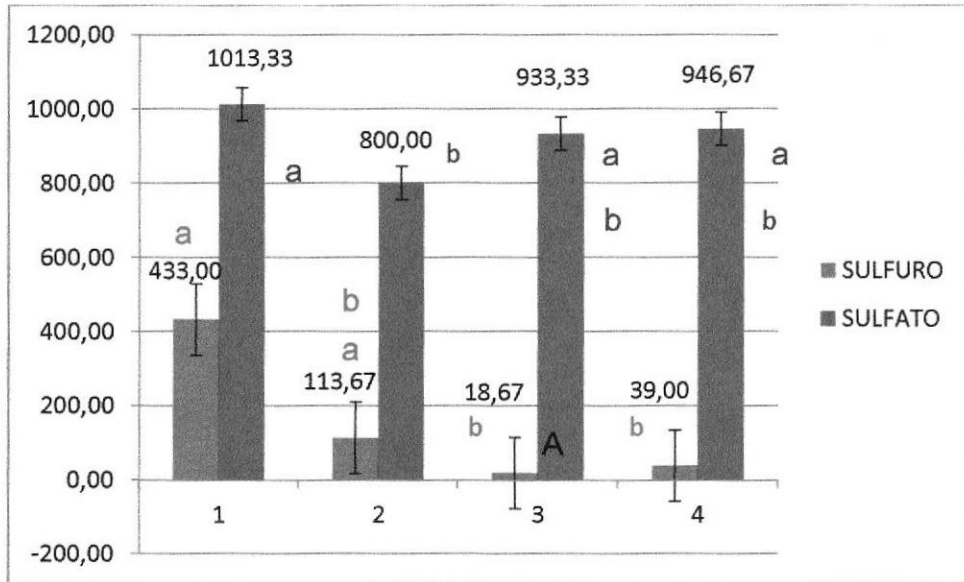
### 3.1.8. Sulfuro de Hidrogeno, Sulfuro y Sulfato

Los valores de sulfuro de Hidrogeno fueron de 0.00 mg/L para todos los puntos de muestreo. La distribución del Sulfuro a lo largo del área

de muestreo no fue normal, mientras que el Sulfato presento distribución normal. Los datos de sulfuro ajustados con LOWESS no presentaron una distribución normal. Estos datos fueron analizados con el test no paramétrico Kruskal-Wallis el cual presentó diferencias significativas entre las estaciones E1-E3 ( $p=0.0134$ ), E1-E4 ( $p=0.0030$ ), E2-E3 ( $p=0.0368$ ), y E2-E4 ( $p=0.084$ ). Siendo los valores promedio por estación de muestreo los siguientes: E1  $433 \pm 463.52$ , E2  $113.68 \pm 33.00$ , E3  $18.67 \pm 13.32$  Y E4  $39 \pm 13.45$ .

El análisis de los valores de sulfato analizados por ANOVA con comparaciones de Tukey con un  $\alpha=0.05$  presento diferencias significativas entre E1-E2. Considérese que los valores promedio de sulfato fueron: E1  $1013.33 \pm 40.41$ , E2  $800 \pm 70$ , E3  $933.33 \pm 5.77$  y E4  $946.67 \pm 92.91$

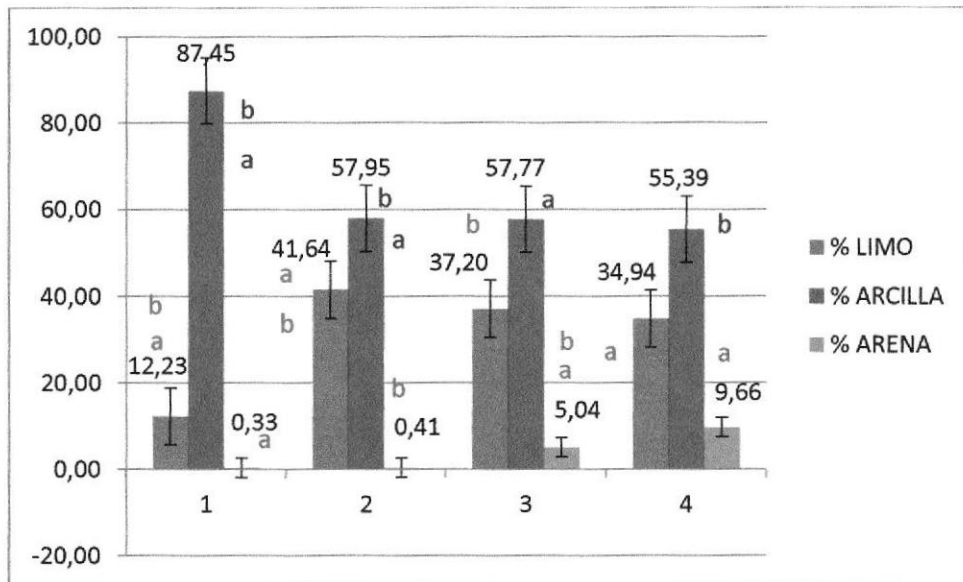




**Figura 11.** Valores promedio de sulfuro y sulfato por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

### 3.1.9 Textura del Sedimento

Se analizó la *textura del sedimento* mediante los porcentajes de sus componentes de limos, arcillas y arena. Los valores ajustados por LOWESS presentaron distribuciones normales. Al ser analizados por ANOVA con comparación de Tukey presentaron diferencias significativas entre E3-E4 en relación al porcentaje de limo en el sedimento. En cuanto al porcentaje de arcilla se evidenciaron diferencias significativas entre E3-E4. El porcentaje de arena tuvo diferencias significativas entre E1-E2 y E2-4

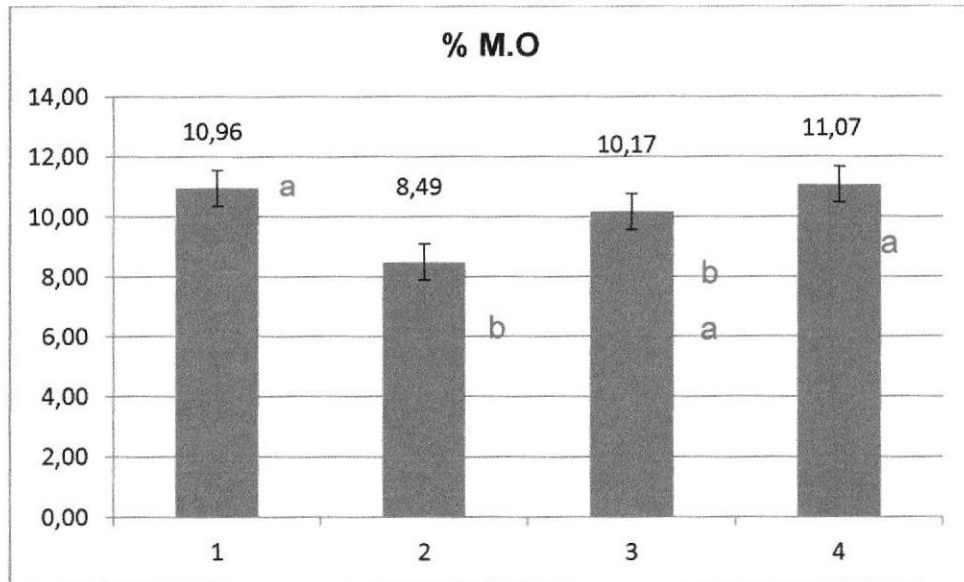


**Figura 12.** Valores promedio de los porcentajes de Limos, Arena, y Arcilla por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

### 3.1.10. Porcentaje de Materia Orgánica

Los datos referentes a los porcentajes de materia orgánica presentaron una distribución normal. ANOVA señalo diferencias significativas entre E2-E4 por comparación de Tukey con un alfa=0.05.

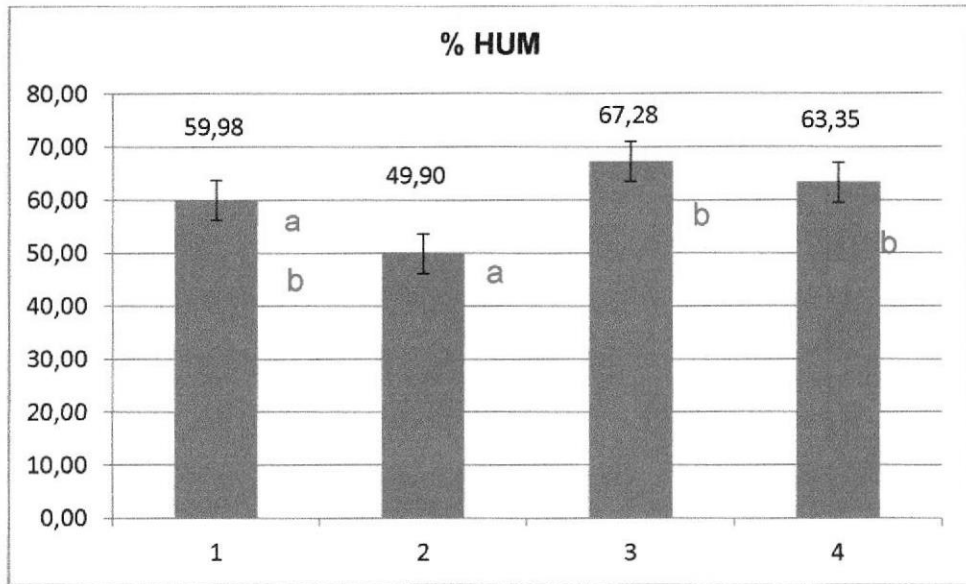
Siendo los valores promedio por estación E1  $10.96 \pm 0.74$ , E2  $8.49 \pm 0.69$ , E3  $10.17 \pm 0.04$  y E4  $11.07 \pm 1.38$ .



**Figura 13.** Valores promedio del porcentaje de materia orgánica por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

### 3.1.12. Porcentaje de Humedad

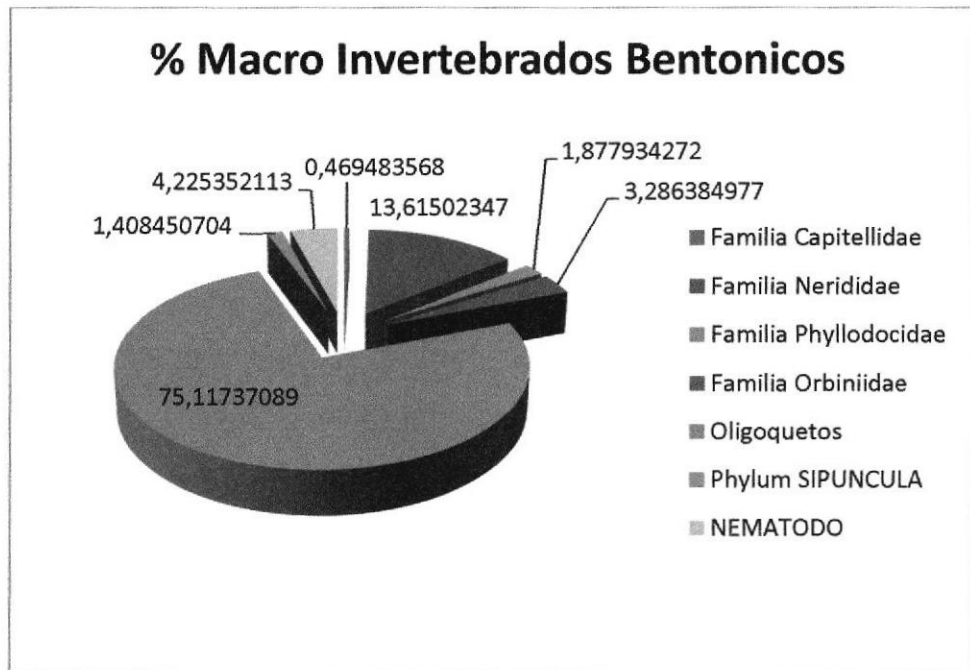
Dado que este parámetro tuvo una distribución normal se analizó mediante ANOVA. ANOVA con comparaciones de Tukey con un alfa=0.05 presentó diferencias significativas entre E2-E3 y E2-E4. De las estaciones muestreadas se obtuvieron los siguientes promedios con respecto a los valores porcentuales de humedad: E1  $59.98 \pm 4.47$ , E2  $49.90 \pm 6.22$ , E3  $67.28 \pm 1.93$  y E4  $63.34 \pm 3.16$ .



**Figura 14.** Valores promedio del porcentaje de humedad por estación de muestreo y variaciones significativas entre estaciones.

### 3.2 Macro Invertebrados bentónicos

Se pudieron identificar 213 organismos en la época seca del año 2014. Siendo el filo *Annelida* el más abundante con un porcentaje del 94.37. De los cuales la subclase *Oligochaeta* fue la dominante con 75.12%. En menor grado se identificaron organismos pertenecientes a los filos *Sipincula* y *Nematoda* con 1.41% y 4.23% respectivamente.



**Figura 15.** Valores porcentuales de Macro Invertebrados bentónicos identificados

La siguiente tabla muestra la densidad poblacional por punto de muestreo y el promedio por estación. Se obtuvo la densidad poblacional multiplicando el número de individuos por  $1\text{m}^2$  y dividiéndolo por la constante 0.068447.

**Tabla II. Densidad poblacional de macro invertebrados bentónicos (ind/m<sup>2</sup>)**

Organismos	ESTACION 1			ESTACION 2			ESTACION 3			ESTACION 4		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
F. Capitellidae												14.60
F. Nerididae	87.62	73.02	116.83		14.60	29.21	43.81	14.60	29.21		14.60	
F. Phyllodocidae	14.60		14.60									29.21
F. Orbiniidae	102.22											
<b>Oligoquetos</b>		408.90	335.88			29.21	87.62			43.81		1022.24
<b>SIPUNCULA</b>			29.21				14.60					
NEMATODO		43.81										87.62
<b>Densidad Total</b>	<b>204.45</b>	<b>525.72</b>	<b>496.52</b>	<b>0</b>	<b>14.60</b>	<b>58.41</b>	<b>146.03</b>	<b>14.60</b>	<b>29.21</b>	<b>43.81</b>	<b>14.60</b>	<b>1153.67</b>
<b>Densidad Total Estación</b>	<b>408.90</b>			<b>36.51</b>			<b>63.28</b>			<b>404.03</b>		
<b>% Densidad</b>	<b>44.80</b>			<b>4.00</b>			<b>6.93</b>			<b>44.27</b>		

Se encontraron densidades totales (ind/m<sup>2</sup>) en la estación E1 correspondientes a cada replica de R1 204.4, R2 527.2, R3 465.2. E2 presento las siguientes densidades R2 14.6 Y R3 58.41 siendo esta estación la menos poblada y menos diversa. E3 tuvo densidades de R1 146.03, R2 14.60 y R3 29.21. E4 presentó densidades de R1 43.81, R2 14.60 Y R3 1153.67.

**Tabla III.** Abundancia Relativa de especies por punto de muestreo

ABUNDANCIA RELATIVA												
	ESTACION 1			ESTACION 2			ESTACION 3			ESTACION 4		
Organismos	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<b>Polyquetos</b>												
F. Capitellidae												0.012658
F. Nerididae	0.428571	0.138889	0.2352941		1	0.5	0.3	1	1		1	
F. Phyllodocidae	0.071429		0.0294118									0.025316
F. Orbiniidae	0.5											
<b>Oligoquetos</b>		0.777778	0.6764706			0.5	0.6			1		0.886076
<b>SIPUNCULA</b>												
<b>NEMATODO</b>		0.083333	0.0588235				0.1					0.075949

Como se observa en la tabla las abundancias relativas de las especies la subclase *Oligoqueta* tiene una mayor presencia en las áreas de muestreo.

**Tabla IV.** Índices de diversidad, riqueza y equitatividad por punto de muestreo (Datos exportados CANOCO)

Estacion	N2 diversity of samples	N1 richness of samples	N2/N1 evenness of samples	Number of species in samples	Shannon' diversity (H) of samples	Log(Number of species) in samples	H/log(N) evenness of samples	Variance of samples	Total of samples
E1R1	2.27907	2.455193	0.928265	3	0.898205	1.098612	0.817582	9.666667	14
E1R2	1.584352	1.967414	0.805297	3	0.67672	1.098612	0.615977	105.476189	36
E1R3	1.93311	2.399444	0.805649	4	0.875237	1.386294	0.63135	72.14286	34
E2R1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
E2R2	1	1	1	1	0	0	0	0.142857	1
E2R3	2	2	1	2	0.693147	0.693147	1	0.952381	4
E3R2	1.8	1.889882	0.952441	2	0.636514	0.693147	0.918296	5.571429	9
E3R2	1	1	1	1	0	0	0	0.142857	1
E3R3	1	1	1	1	0	0	0	0.571429	2
E4R1	1	1	1	1	0	0	0	1.285714	3
E4R2	1	1	1	1	0	0	0	0.142857	1
E4R3	1.263105	1.570395	0.804323	4	0.451327	1.386294	0.325564	674.904785	79

Como se logra apreciar en la Tabla IV existe una dominancia de especies en cada punto de muestreo siendo los resultados del índice de equitatividad (J) valores cercanos a 1.

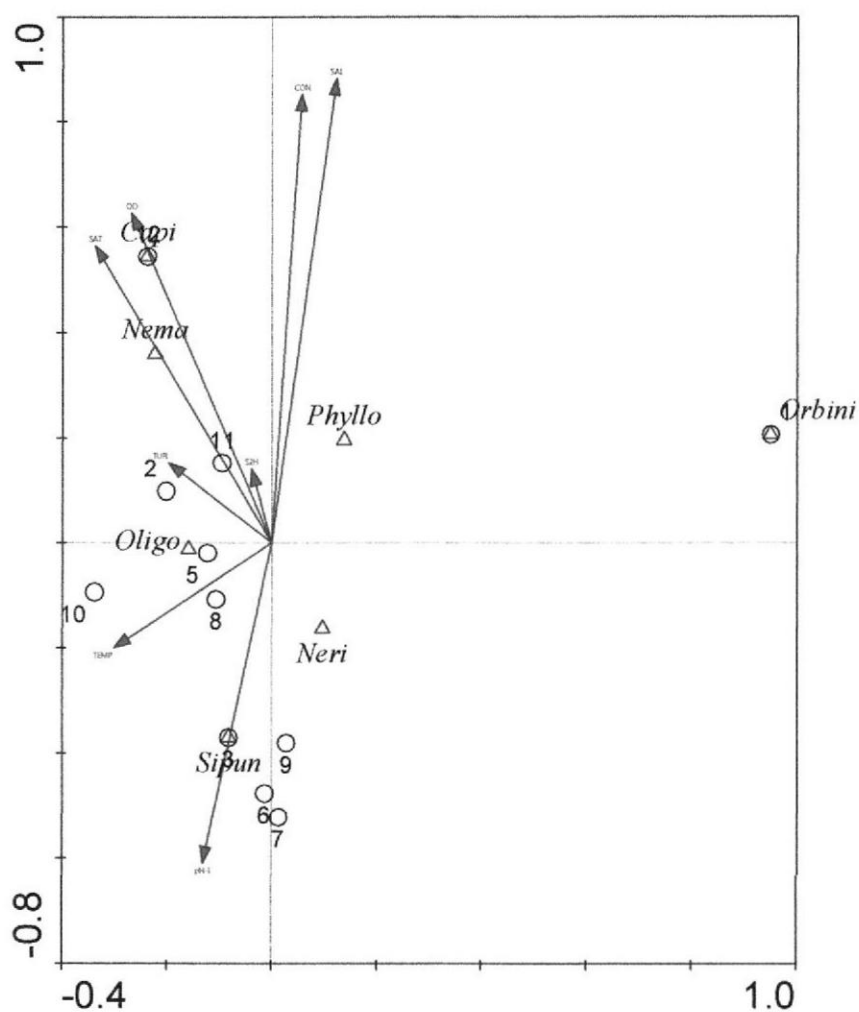
El índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) con resultados que varían entre 0.6 y 0.9 representa una diversidad pobre.

### **3.3 CANOCO**

CANOCO es un grupo de programas estadísticos que permiten realizar análisis de datos biológicos y compararlos con datos ambientales.

La siguiente figura muestra la relación entre las especies presentes y los parámetros tomados durante este estudio.

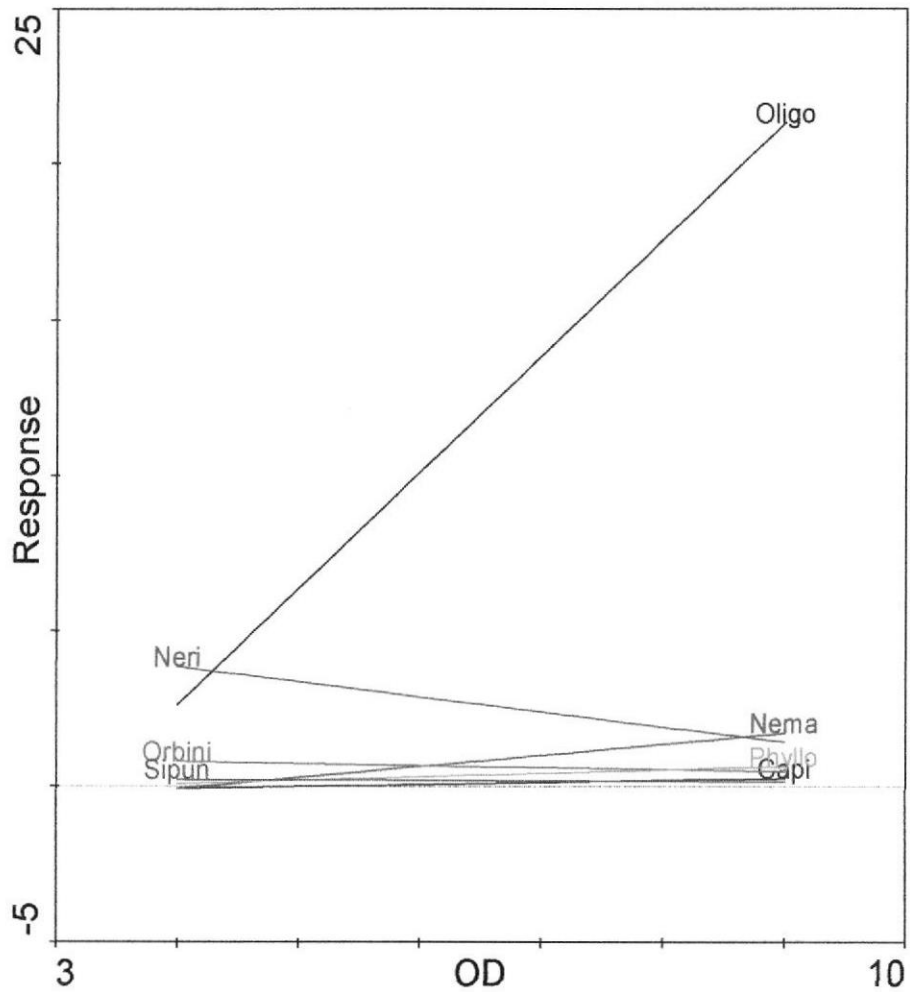




**Figura 16.** Relación entre parámetros fisicoquímicos y especies identificadas

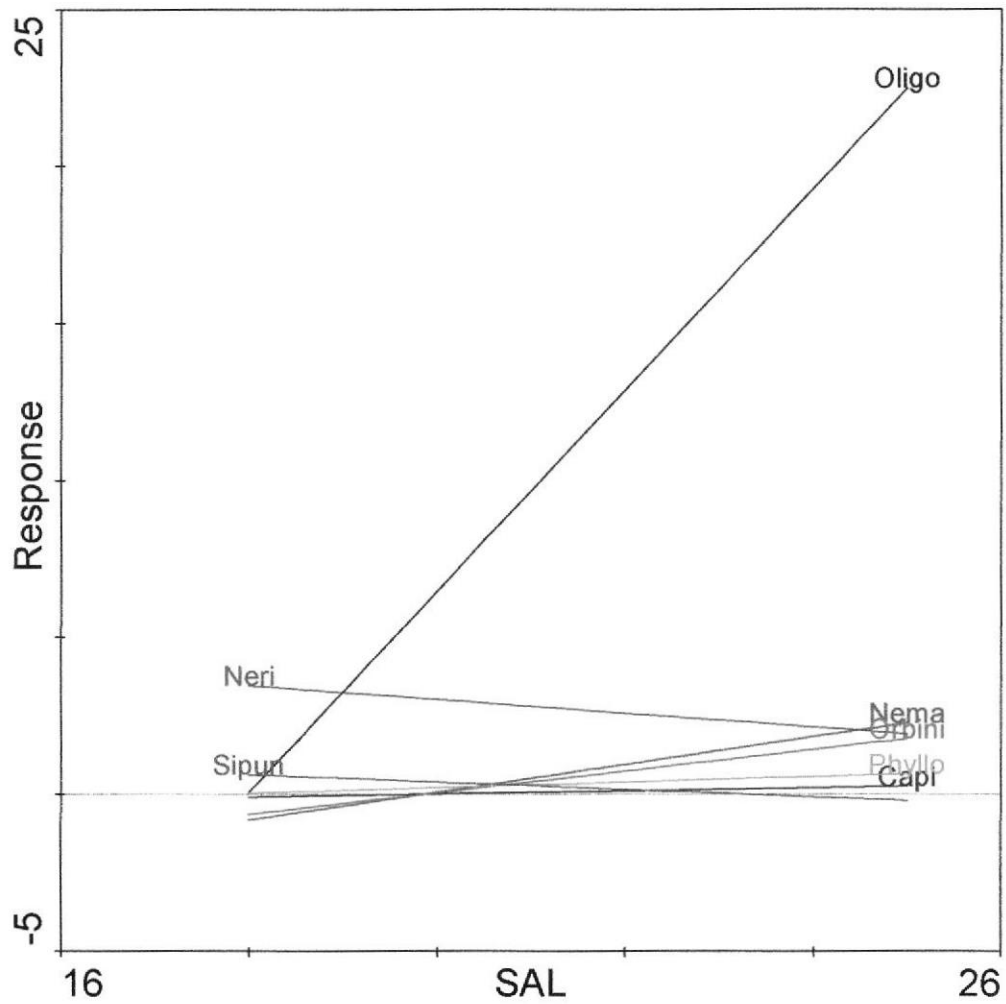
Como se puede observar tanto la familia *Capitellidae* como el filo *Nematoda* se ven altamente influenciados por los valores de oxígeno disuelto y saturación respectivamente. A su vez los valores de pH tienen una relación con la presencia del filo Sipincula.

Las figuras presentadas a continuación representan las tendencias de cada especie identificada ante los distintos parámetros analizados.



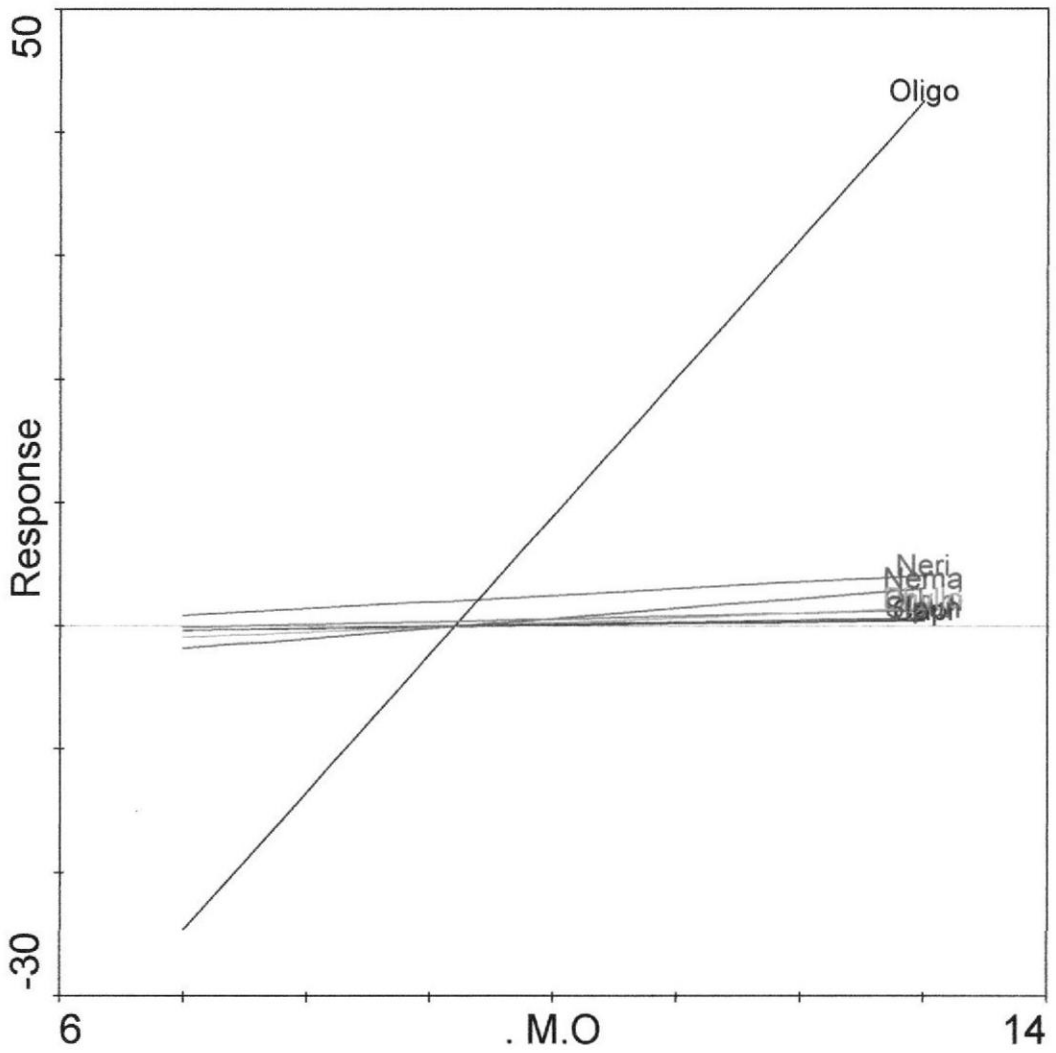
**Figura 17.** Respuesta de organismos al oxígeno disuelto

Como se puede observar en la Figura 17 a medida que aumenta el oxígeno disuelto las familias *Phyllocidae*, *Orbiinidae* y *Nerididae* presentan una tendencia a decrecer.



**Figura 18.** Respuesta de organismos a la salinidad

En el caso del parámetro salinidad la familia *Nerididae* y el filo *Sipuncula* presentan una tendencia a decrecer a medida que aumenta la salinidad.



**Figura 19.** Respuesta de organismos al porcentaje de materia orgánica

En cuanto al porcentaje de materia orgánica todos los organismos identificados presentaron una respuesta positiva al porcentaje de materia orgánica.

## CAPITULO 4

### 4. Discusión

El estero Churute localizado dentro de la Reserva Ecológica Manglares Churute en la época de sequía del año 2014 es parte de un ecosistema de manglar que se ve afectado por las actividades antropogénicas.

Durante este estudio se tomaron un número de parámetros físico-químicos utilizados para la determinación de la calidad ambiental. Los resultados

obtenidos para estos parámetros se encuentran dentro de los rangos permitidos que establece el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULMAS). Lo que nos lleva a decir que la condición ambiental del sector de estudio es óptima y todavía se puede considerar como área prístina. Cabe recalcar que la gran actividad agrícola de la región, el desarrollo de la industria camaronera y el uso de REMCH por las comunidades ancestrales tiene su efecto en estas condiciones. Es necesario un estudio a mayor profundidad para poder determinar la verdadera condición ambiental del sector.

#### **4.1. Parámetros físico-químicos**

Los parámetros físico-químicos tales como la salinidad, pH, temperatura, saturación, oxígeno disuelto y textura del sedimento son de gran importancia al momento de analizar la distribución y abundancia de los organismos macro bentónicos.

##### **4.1.1. Temperatura**

La temperatura es un factor primordial para el desarrollo de los organismos. Es por esto que para realizar el análisis de calidad ambiental es un punto crítico al momento de realizar la evaluación.

Entre los factores que influyen a este parámetro se encuentran la ubicación (latitud), la profundidad y volumen del cuerpo de agua, la época del año y las descargas que afecten al cuerpo de agua (aguas residuales industriales) [18].

Se presentaron diferencias significativas entre estaciones. Lo cual podría ser dado por los distintos tiempos de muestreo. Siendo el valor de las temperaturas dentro del área de muestreo menores a 32°C, valor establecido como límite máximo permisible en un cuerpo de agua dulce, marina y de estuario en TULMAS. Se considera que la temperatura del sector es propicia para el desarrollo de las especies.

#### **4.1.2. Oxígeno Disuelto**

El oxígeno disuelto en el agua es parámetro con una alta variabilidad ya que se ve afectado por procesos físicos, químicos y biológicos. La producción primaria, la influencia antropogénicas y las variaciones de temperatura, salinidad, materia orgánica, entre otros afectan a este parámetro de manera directa [35].

Durante este estudio se observaron diferencias significativas en los valores de oxígeno disuelto entre estaciones de muestreo. Siendo las concentraciones mínimas delimitadas en TULMAS de valores de saturación >60% los sectores E1, E2 y E4 están todos sobre este nivel.

El sector E3 presento valores promedio de O.D. 4.35mg/L lo cual pone al sector por debajo de los límites permisibles. Esto podría ser explicado por la influencia que tienen las camaroneras que se encuentra cercanas al sector y otros factores antropogénicos relacionados al uso del manglar. A su vez la influencia de las esorrentías y el porcentaje de materia orgánica podrían estar afectando al sector.

#### **4.1.3. Salinidad**

Al ser un ecosistema estuarino se evidencian fluctuaciones en la salinidad del estero conforme se aleja de la costa y la boca del mismo. A su vez se evidencian fluctuaciones por la estratificación de las aguas. Este parámetro se ve influenciado por la época del año, las corrientes marinas, las esorrentías, la evaporación y la pluviosidad. A su vez tienen una gran influencia sobre la distribución y diversidad de la flora y fauna del estuario.

En este estudio se observaron variaciones significativas entre estaciones de muestreo durante la época seca del año 2014.



#### **4.1.4 Potencial de Hidrogeno (pH)**

El potencial de Hidrogeno es una medida de concentración de iones de hidrogeno en agua. Se mide en una escala del 1 al 14 siendo 7 el punto neutro. Se dice que el agua es básica si el pH es mayor a 7, y se la llame acida en casos en los cuales el pH es menor a 7.

Un pH acida puede ocasionar disrupciones en los procesos naturales de las especies a un nivel celular. En sistemas estuarino el pH se puede ver afectado por procesos como la eutrofización o la descarga de contaminantes en los efluentes.

Se considera que un pH fuera del rango de 6 a 9 no es propicio para la vida de las especies acuáticas. Se observaron valores de pH promedio en un rango de 6 a 7 sin variaciones significativas entre estaciones. Lo cual está dentro de los rangos óptimos para la vida acuática.

#### **4.1.5. Textura del Sedimento**

Este parámetro es importante debido a la relación entre la textura del sedimento y los organismos que lo habitan. Dependiendo de las características del sedimento la retención de contaminantes varía. A su vez en ecosistemas estuarinos el sedimento se ve expuesto

constantemente a fluctuaciones dadas por la esorrentía, caudal de los ríos, el oleaje, fluctuaciones de marea, entre otros [22].

Utilizando la clasificación de Sheppard se determinó que la composición de los sedimentos del estero es mayoritariamente arcillosa. Siendo la composición promedio por estación E1 12.23% limos, 87.45% arcilla y 0.33% arena; E2 41.64% limo, 57.95% arcilla y 0.41% arena; E3 37.20% limo, 57.77% arcilla y 5.04% arena; E4 34.94% limo, 55.39% arcilla y 9.66% arena. Los análisis estadísticos determinaron que existen diferencias significativas entre los porcentajes de limos, arcilla, y arena de las estaciones.

#### **4.2. Organismos Macro Bentónicos**

Los organismos macro bentónicos se caracterizan por tener ciclos de vida corto con una alta sensibilidad a las condiciones ambientales y en casos de variaciones de las mismas tienen respuestas inmediatas. Esta particularidad los hace organismos idóneos para ser considerados como indicadores ambientales [33].

En cuanto a los organismos macro bentónicos encontrados se observó dominancia de la subclase *Oligoqueta*, la cual no pudo ser llevada a un nivel taxonómico menor debido a ciertas limitaciones en cuanto a la información disponible y a la metodología de identificación. Se cree que la

mayoría de los organismos pertenecientes a la subclase Oligoqueto pertenecen a la familia *Tubificidae* los cuales se caracterizan por una alimentación basada en detritus y plantas vasculares [34] lo cual puede explicar su alta presencia en el sector de estudio al ser este un ecosistema de manglar con condiciones ambientales óptimas.

Se observaron diferencias significativas en la presencia de las especies *Capitellidae* ( $p=0.000001$ ), *Phyllocidae* ( $p=0.00012$ ), *Orbiniidae* ( $p=0.009423$ ), y los filos *Sipincula* ( $p=0.000003$ ) y *Nematodo* ( $0.011548$ ).

Siendo la subclase *Oligoqueta* y la familia *Nerididae* las únicas en no presentar variaciones significativas entre estaciones.

Se sabe que ciertos organismos pertenecientes a esta subclase son tolerantes a niveles de hipoxia y anoxia. Dentro de la subclase Oligoqueta se encuentra la familia *Tubificidae* de las cuales algunas se encuentran en gran abundancia en sectores contaminados por factores orgánicos, mientras otros están limitados a situaciones libres de contaminación, y tienen un rango de sensibilidad a factores de estrés. Ecológicamente la mayoría de los miembros de esta subclase son tolerantes a grandes rangos de temperatura y salinidad. A su vez se pueden observar ciertas correlaciones entre el tamaño de las partículas del sedimento y la distribución. Lo que significa que podrían ser usados como bioindicadores de biodiversidad. La familia *Nerididae* y *Capitellidae* son organismos altamente influenciados por la saturación y el oxígeno disuelto. La familia

*Capitellidae* se encuentra en suelos fangosos y fangosos-arenosos, de manera particular en estuarios y en ciertas ocasiones se desarrollan en substratos enriquecidos de materia orgánica. Comúnmente se encuentran alrededor de efluentes con descargas orgánicas. La familia *Nerididae* se hayan en una variedad de hábitats y raramente presentan dominancia en la comunidad bentónica. Se conoce que son especies omnívoras [34, 36, 37].

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a lo establecido en TULSMA se puede concluir que el estero Churute se encuentra dentro de los niveles óptimos de calidad ambiental. Siendo la estación E3 la única en presentar niveles de oxígeno disuelto por debajo de lo permisible. Si se observan las tomas satelitales de Google Earth se puede apreciar que E3 se encuentra influenciado directamente por descargas producidas en por camaroneras y cultivos ubicados en los sectores La Flora, Mirador y El Mango. (ANEXO L)
2. La distribución y abundancia de los organismos macrobentónicos se encuentra altamente relacionada a los parámetros físicos químicos en estudio. Lo cual está de acuerdo con los resultados esperados planteados en la hipótesis. El hecho de estar localizado en un área protegida y por sus

condiciones geográficas ha permitido al estero Churute mantener niveles permisibles de calidad ambiental.

3. Para una mejor comprensión de las relaciones entre los parámetros físico-químicos y la distribución y abundancia de especies se debe realizar un estudio no solo espacial sino también temporal que permita ver como las fluctuaciones de los parámetros afectan a las comunidades.
4. La subclase Oligoqueta fue dominante en el sector. La abundancia de esta subclase puede darse por un número de factores, tales como la alta cantidad de materia orgánica, las afectaciones antropogénicas en el sector. Mas no se puede determinar estas relaciones sin un estudio temporal y a distintos niveles de profundidad, ya que estos organismos presentan una variación en su distribución y abundancia en esteros de acuerdo a la profundidad y a los cambios en los parámetros ambientales.
5. Sin un estudio estacional que establezca los patrones de variación normales de los parámetros ambientales no se puede determinar si estos están siendo afectados por las actividades antropogénicas que se realizan en el sector.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir con los estudios realizados ya que al ser parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas esta área es de gran importancia y se debe continuar proveyendo información acerca del lugar para un mejor manejo de la misma.
2. A su vez el estudio debería ser realizado de forma estacional para crear una mejor apreciación sobre la calidad ambiental.
6. El estudio de macro invertebrados bentónicos debería profundizarse, ya que estos organismos podrían ser utilizados como bioindicadores de calidad ambiental dada la relación entre la abundancia y distribución de especies macro-bentónicas con los parámetros ambientales.
7. Para obtener un mejor entendimiento de estas relaciones se deben realizar un estudio más profundo y de forma estacional. Esto ayudara a comprender

las tendencias de distribución de los organismos ante cambios estacionales.

3. Se debe comprobar con futuros estudios las relaciones entre los parámetros físico-químicos y los organismos encontrados.
4. Futuros estudios permitirán la creación de una línea base para el sector, lo cual podría ser utilizado para tomar medidas correctivas en el plan de manejo del área. Con un enfoque de línea base para el cambio climático como especies indicadores de biodiversidad, e indicadores de poblaciones
5. Se recomienda a las autoridades pertinentes evaluar las afectaciones antropogénicas en el área para así poder delimitar los usos del área y tratar de mitigar cualquier impacto negativo que haya.
6. Es primordial ampliar las campañas de educación ambiental con la colaboración de todos los agentes pertinentes, en este caso las comunidades científicas, autoridades y comuneros para lograr el manejo sustentable de la región.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] Stuardo J. y Valdovinos C. 1989. Estuarios y lagunas costeras: ecosistemas importantes del Chile central. Ambiente y Desarrollo. Departamento de Oceanología. Universidad de Concepción
- [2] ECOLAP y MAE 2007. Reserva Ecológica Manglares Churute. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet. IGM. Quito, Ecuador.
- [3] Evaluación de la Aplicación de la Convención RAMSAR en el Ecuador. Análisis y Recomendaciones. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental. Quito, Ecuador. 2007
- [4] CEDEGE, Fundación Natura (Capítulo Guayaquil), Ministerio del Ambiente. 2006. Historia, Cultura, Flora y Fauna de la Reserva Ecológica Manglares Churute.
- [5] Rivera, E. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador - SNAP. Dirección Nacional de Biodiversidad y Áreas Protegidas. MAE. Panamá. 2005
- [6] Echeverría, H. La Convención RAMSAR en el Ecuador. Guía sobre la conservación y uso racional de los humedales. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental. Quito, Ecuador. 2008

- [7] Yanez B., Pozo M., Lasso S. Ficha Informativa de los Humedales Ramsar (FIR). Gobierno del Litoral y MAGAP. Guayaquil y Quito, Ecuador. 2008
- [8] Ortega, A. & Plaza O. Planeación Promocional Eco turística del producto Manglares Churute. FIMCM – ESPOL. Guayaquil, Ecuador. 2000
- [9] Plumb Jr. R. H. 1981. Procedures for handling Chemical analysis of sediment and wáter samples. Technical Report EPA/CE-81-1. Prepared for the U. S. Environmental Protection Agency/Corps of Engineers Technical Comitee on Criteria for Dredged and Filed Material. Published by Environmental Laboratory, U. S. Army Waterways Experiment Station, Vicksburg M.S.
- [10] Soto, Mariano Villegas, Nicolás Aguilera Herrera, and Lourdes Flores Delgadillo. "Método simplificado de análisis para la clasificación granulométrica de los minerales del suelo." *Revista mexicana de ciencias geológicas* 2.2 (1978): 188-193.
- [11] Navarro-Fonsi, J. Román—Sierrak M., G. Gómez-Fina, and J. J. Muñoz-Perez. "4.13. ESTIMACIÓN DEL TIEMPO MÍNIMO DE TAMIZADO EN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE ARENAS MEDIAS LITORALES."
- [12] Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Manglares Cayapas-Mataje. Proyecto INEFAN/GEF. Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y de Vida Silvestre. Dirección Nacional de Áreas Naturales y Vida Silvestre. 1998
- [13] Cruz M., et all. The known and unknown about marine biodiversity in Ecuador. INOCAR, INP, Universidad de Guayaquil and Herriot Watt University, Edinburgh, Scotland. *Gayana* 67(2): 232-260,2003

- [14] NMX-AA-034SCFI-2001. Análisis de Agua – Determinación de Sólidos y Sales Disueltas en Aguas Naturales, Residuales y Residuales Tratadas – Método de Prueba (Cancela a las NMX-AA-020-1980 y NMX-AA-0.4-1981)
- [15] Fauchald, K. 1997 The Polychaete Worms: Definitions and Keys to the Orders, Families, and Genera; Science Series 28.
- [16] Yanez-Arancibia A., Resultados de los proyectos de investigación auspiciados por el CONACYT, denominados "Ecología, usos, recursos y manejo de los ecosistemas costeros en el estado de Campeche (PCECBNA-021924) e interacciones ecológicas estuarino-mar en la región de la laguna de Términos (PCECBNA-02195). Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. Apartado Postal 70-305, 04510. México, D.F.
- [17] Yanez B., Plan de Manejo Reserva Ecológica Manglares Churute, Fase I. Tomo IV Propuesta de Manejo. INEFAN/FUNDACION NATURA. 1996
- [16] Leps J., Smilauer P., Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO. Cambridge University Press. New York. 2003
- [18] Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, TULSMA. 2015. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua; Libro VI Anexo 1. Tabla 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Ministerio del Ambiente, Ecuador.

[19] Flores L., Alcalá J., Manual de Procedimientos Analíticos. Laboratorio de Física de Suelos. Instituto de Geología. Departamento de Edafología. Universidad Autónoma de México.

[20] Cruz M., 2003. Malacología Bentónica existente en los alrededores de la ciudad de Guayaquil (Estero Salado y Río Guayas), durante 2003. Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 12(1): 36-79

[21] Freile, J. F. & Santander, T. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en Ecuador. Pp. 283-370 in BirdLife International & Conservation International (eds.), Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife N°.14), Quito, Ecuador.

[22] La Manna, Ludmila, et al. "Comparación de métodos analíticos para la determinación de materia orgánica en suelos de la región Andino-Patagónica: efectos de la vegetación y el tipo de suelo." Ciencia del suelo 25.2 (2007): 179-188.

[23] PLA, Laura. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. INCI [online]. 2006, vol.31, n.8 [citado 2015-05-15], pp. 583-590.

Disponible en:

<[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0378-1844.

- [24] Newman, Mark E.J. "The structure and function of complex networks." *SIAM review* 45.2 (2003): 167-256.
- [25] Mehmet, Mendes, and Pala Akin. "Type I error rate and power of three normality tests." *Information Technology Journal* (2003).
- [26] Gillett, David J., A. Frederick Holland, and Denise M. Sanger. "Secondary production of a dominant oligochaete (*Monopylephorus rubroniveus*) in the tidal creeks of South Carolina and its relation to ecosystem characteristics." *Limnology and oceanography* 50.2 (2005): 566-577.
- [27] Cleveland, W.S.; Devlin, S.J. *Locally-Weighted Regression: An Approach to Regression Analysis by Local Fitting*. *Journal of the American Statistical Association* 83 (403): 596–610. 1988.
- [28] Gillett, David J., A. Frederick Holland, and Denise M. Sanger. "On the ecology of oligochaetes: monthly variation of community composition and environmental characteristics in two South Carolina tidal creeks." *Estuaries and Coasts* 30.2 (2007): 238-252.
- [29] Gillet, David James. *Ecology of Tidal Creek Oligochaetes: Changes in Abundance & Secondary Production of the Numerically Dominant Species *Monpylephorus Rubronivues* (Levinsen, 1884)*. Diss. College of Charleston, (Graduate School), South Carolina, 2003.
- [30] Monserrate, Lorena, José Francisco Medina, and Paola Calle. "Estudio de condiciones físicas, químicas y biológicas en la zona intermareal de dos sectores del estero salado con diferente desarrollo urbano." (2011).

- [31] Castillo, D., & Velarde, F. Diseño de un SIG para analizar el grado de afectación en 2 sectores del Golfo de Guayaquil basado en uso de suelos. ESPOL. 2015
- [32] MAE. Noticias: Reserva Ecológica Manglares Churute [online]. <http://www.ambiente.gob.ec/reserva-ecologica-manglares-churute/>. Febrero 2015 [citado: 20/04/2015].
- [33] Villamar, F., Estudio de los poliquetos (gusanos marino) en la zona intermareal y submareal de la Bahía de Manta (Ecuador), y su relación con algunos factores ambientales durante marzo y agosto del 2011. Acta Oceanografica del Pacifico Vol. 18 N 1, 2013
- [34] Brinkhurst, R. O., Marine and Brackish Water Oligochaeta. Biological Station. St. Andrews, N. B.
- [35] Delgado, Katuska Paola Calle. Tolerance of Tidal Creek Macrobenthic Organisms to Multiple Stressors: Implications on Distributional Patterns. ProQuest, 2006.
- [36] Brinkhurst, R. O., Guide to the Freshwater Aquatic Microdile Oligochaetes of North America. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 1984
- [37] Mendez, N., Poliquetos (Annelida, Polychaeta) del talud continental suroriental del golfo de California y su relacion con algunas variables ambientales. Biodiversidad y Comunidades del Talud Continental del Pacifico Mexicano.

# **ANEXOS**

## ANEXO A

### DATOS PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

	Amonio (Interesticial)	AMONIACO	pH (Sedimento)	FOSFATO	SULFURO	SALINIDAD ppm	pH	CONDUCTIVIDAD mS/cm	TURBIDEZ (NTU)	SULFATO	Temperatura	Oxígeno Disuelto mg/L	Saturacion (%)	HS2	NITRITO
E1R1	0.37	0.05	6.68	1.04	270	24	6.58	33	27.3	970	22	6.28	69.3	0	0.018
E1R2	0.35	0.18	6.59	0.98	956	24	6.71	33.6	19.3	1050	23	6.28	69.6	0	0.021
E1R3	0.32	0.02	6.31	1.03	73	19	6.68	24.6	37	1020	23	6.28	73.2	0	0.033
E2R1	1.5	0.01	6.78	0.49	141	18	6.6	26.4	12.8	870	23	6.39	71.3	0	0.027
E2R2	5	0.01	6.99	1.02	123	20	6.62	26.6	11.4	730	23	7.82	84.4	0	0.017
E2R3	0.04	0.02	6.61	1.2	77	19	6.73	19.78	37.9	800	23	7.8	83.9	0	0.035
E3R1	3.6	0.12	6.79	0.61	34	20	6.6	26.9	14	930	29.1	4.37	57.1	0	0.025
E3R2	3.1	0.04	6.85	0.46	10	22	6.57	27.7	10.5	930	29.8	4.43	58.5	0	0.031
E3R3	7.7	0.01	7.06	0.57	12	20	6.61	27.8	6.28	940	29.7	4.27	56.3	0	0.037
E4R1	0.7	0.08	6.81	0.5	35	23	6.56	33.1	81.1	920	25	7.92	84.6	0	0.064
E4R2	0.22	0.1	6.68	1.35	54	24	6.56	33	66.7	870	25	8.06	85.1	0	0.044
E4R3	1.9	0.08	6.74	0.5	28	24	6.53	33.8	37.1	1050	25	8.05	86.3	0	0.032



## ANEXO B – DATOS TEXTURA DEL SEDIMENTO

		LIMO				ARCILLA				ARENA				HUMEDAD				
		P. CRISOL	P. SECO	P. FINA L	%	P. CRISOL	P. SECO	P. FINA L	%	P. CRISOL	P. SECO	P. FINA L	%	P. CRISOL	P. SECO	P. HUMEDO	P. FINA L	HUMEDAD %
E 1	R 1	58.6 976	58.8 805	0.18 29	9.13 2752	55.1 921	55.3 584	0.16 63	90.69 8898	51.5 472	51.5 625	0.01 53	0.1683 5072	51.6 481	59.8 854	20.3 603	8.23 73	59.54 234
	R 2	51.5 48	51.7 4	0.19 2	13.4 3586	54.5 394	54.7 056	0.16 62	85.80 0689	51.4 567	51.5 3	0.07 33	0.7634 4862	59.5 931	68.4 944	20.1 132	8.90 13	55.74 399
	R 3	51.8 054	51.9 754	0.17	14.1 1362	53.8 03	53.9 492	0.14 62	85.84 2494	54.5 667	54.5 704	0.00 37	0.0438 8269	52.7 794	59.8 709	20.0 587	7.09 15	64.64 626
E 2	R 1	50.5 184	55.3 345	4.81 61	97.3 8207	58.3 17	58.4 251	0.10 81	2.206 1425	54.4 685	55.4 639	0.99 54	0.4117 8469	50.5 182	59.2 639	20.0 614	8.74 57	56.40 534
	R 2	54.5 669	54.6 613	0.09 44	0.09 1806	51.7 109	51.8 052	0.09 43	85.24 862	51.4 846	52.2 83	0.79 84	14.659 5744	58.6 605	68.8 324	20.0 557	10.1 719	49.28 175
	R 3	55.2 449	55.3 785	0.13 36	7.36 025	54.1 938	54.3 161	0.12 23	78.72 0411	52.5 97	53.6 655	1.06 85	13.919 3395	57.9 729	69.1 849	20.0 274	11.2 12	44.01 67
E 3	R 1	51.4 687	51.6 358	0.16 71	11.4 9497	57.9 735	58.1 212	0.14 77	86.66 1089	53.8 699	54.0 255	0.15 56	1.8439 3616	49.7 983	56.7 211	20.0 349	6.92 28	65.44 63
	R 2	58.6 328	58.7 91	0.15 82	17.8 1975	59.9 579	60.0 879	0.13	81.23 6185	53.9 472	54.0 219	0.07 47	0.9440 6748	51.7 562	58.3 675	20.0 93	6.61 13	67.09 65
	R 3	54.5 884	54.7 43	0.15 46	8.52 4794	49.7 653	49.9 068	0.14 15	91.14 2023	51.4 846	51.5 102	0.02 56	0.3331 8279	60.8 726	67.1 679	20.5 098	6.29 53	69.30 589
E 4	R 1	51.7 105	51.8 862	0.17 57	24.3 4004	59.4 914	59.6 246	0.13 32	75.45 8366	58.6 606	58.6 782	0.01 76	0.2015 9281	50.8 771	57.4 83	20.0 175	6.60 59	66.99 938
	R 2	59.5 486	59.6 997	0.15 11	94.5 8824	52.7 793	52.7 859	0.00 66	3.375 982	50.5 17	50.6 725	0.15 55	2.0357 7465	51.7 532	60.1 933	20.0 465	8.44 01	61.49 493
	R 3	51.5 732	51.6 863	0.11 31	8.06 1449	48.9 411	49.0 45	0.10 39	89.77 7732	58.7 485	58.8 718	0.12 33	2.1608 189	67.7 213	75.4 402	20.0 754	7.71 89	61.55 045

## ANEXO C

### Tabla de Número y Porcentaje de Organismos por Especie

Organismos	ESTACION 1			ESTACION 2			ESTACION 3			ESTACION 4				
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3		
<b>Phylum ANNELIDA</b>														
<b>Polyquetos</b>														%
Familia Capitellidae												1	1	0.469484
Familia Nerididae	6	5	8		1	2	3	1	2		1		29	13.61502
Familia Phyllodocidae	1		1									2	4	1.877934
Familia Orbiniidae	7												7	3.286385
<b>Oligoquetos</b>		28	23			2	6			3		70	160	75.11737
<b>Phylum SIPUNCULA</b>			2				1						3	1.408451
NEMATODO		3										6	9	4.225352
<b>Numero Organismos</b>	<b>14</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>79</b>	<b>213</b>	<b>100</b>

## ANEXO D

### TABLA ABUNDANCIA RELATIVA POR REPLICA

ABUNDANCIA RELATIVA												
Organismos	ESTACION 1			ESTACION 2			ESTACION 3			ESTACION 4		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<b>Phylum ANNELIDA</b>												
<b>Polyquetos</b>												
Familia Capitellidae												0.012658
Familia Nerididae	0.428571	0.138889	0.2352941		1	0.5	0.3	1	1		1	
Familia Phyllodocidae	0.071429		0.0294118									0.025316
Familia Orbiniidae	0.5											
<b>Oligoquetos</b>		0.777778	0.6764706			0.5	0.6			1		0.886076
<b>Phylum SIPUNCULA</b>												
NEMATODO		0.083333	0.0588235				0.1					0.075949

## ANEXO F

### ESTADISTICA

#### Summary statistics

CV	Variable		n	Mean	S.D.	Var(n-1)	Var(n)	S.E.
	Minimum	Maximum						
	Amonio (intersticial)		12	2.07	2.38	5.67	5.20	0.69
	115.22	0.04 7.70						
	Amoniaco		12	0.06	0.05	2.9E-03	2.6E-03	0.02
	89.33	0.01 0.18						
	Nitrito		12	0.03	0.01	1.7E-04	1.5E-04	3.7E-03
	40.20	0.02 0.06						
	Fosfato		12	0.81	0.32	0.10	0.09	0.09
	39.49	0.46 1.35						
	Sulfuro		12	151.08	263.80	69592.27	63792.91	76.15
	174.61	10.00 956.00						
	Sulfato		12	923.33	96.42	9296.97	8522.22	27.83
	10.44	730.00 1050.00						
	pH (Intersticial)		12	6.61	0.06	3.9E-03	3.6E-03	0.02
	0.95	6.53 6.73						
	SALINIDAD ppm		12	21.42	2.31	5.36	4.91	0.67
	10.81	18.00 24.00						
	CONDUCTIVIDAD mS/cm		12	28.86	4.44	19.74	18.10	1.28
	15.40	19.78 33.80						
	TURBIDEZ (NTU)		12	30.12	23.51	552.93	506.85	6.79
	78.08	6.28 81.10						
	Temperatura (°C)		12	25.05	2.87	8.26	7.58	0.83
	11.48	22.00 29.80						
	Oxigeno Diuselto mg/L		12	6.50	1.48	2.20	2.02	0.43
	22.85	4.27 8.06						
	Saturacion (%)		12	73.30	11.58	134.15	122.97	3.34
	15.80	56.30 86.30						
	SOLIDOS TOTALES EN AGUA (g..		12	1.27	0.55	0.31	0.28	0.16
	43.45	0.87 2.96						
	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALE..		12	250.75	246.49	60757.30	55694.19	71.16
	98.30	11.00 930.00						
	SOLIDOS SEDIMENTABLES mL/L..		12	1.29	1.14	1.29	1.18	0.33
	88.25	0.00 3.50						
	% M.O		12	10.17	1.30	1.69	1.55	0.38
	12.78	7.72 12.61						
	% LIMO		12	25.53	33.45	1118.79	1025.55	9.66
	131.02	0.09 97.38						
	% ARCILLA		12	71.35	32.36	1047.49	960.20	9.34
	45.36	2.21 91.14						
	% ARENA		12	3.12	5.27	27.78	25.47	1.52
	168.73	0.04 14.66						
	% HUMEDAD		12	60.13	7.65	58.48	53.60	2.21

12.72	44.02	69.31						
LOWESS_0.5_Amonio (interst..	12	1.98	1.26	1.59	1.45	0.36		
63.47	-0.13	3.86						
LOWESS_0.5_Fosfato*Case	12	0.82	0.13	0.02	0.02	0.04		
16.34	0.60	1.03						
LOWESS_0.5_SALINIDAD ppm*C..	12	21.56	1.80	3.23	2.96	0.52		
8.34	19.13	24.35						
LOWESS_0.5_Temperatura (°C..	12	24.97	2.19	4.78	4.38	0.63		
8.76	22.37	28.43						
LOWESS_0.5_Oxigeno Diuselt..	12	6.54	0.97	0.94	0.86	0.28		
14.79	5.06	8.68						
LOWESS_0.5_Saturacion (%)*..	12	73.59	7.62	58.07	53.24	2.20		
10.36	62.73	90.57						
LOWESS_0.5_SOLIDOS TOTALES..	12	1.27	0.23	0.05	0.05	0.07		
18.00	0.96	1.64						
LOWESS_0.5_SOLIDOS SUSPEND..	12	251.99	106.37	11313.65	10370.85	30.71		
42.21	65.04	399.42						
LOWESS_0.5_% LIMO*Case	12	24.94	11.17	124.77	114.37	3.22		
44.78	9.23	43.54						
LOWESS_0.5_% ARCILLA*Case	12	71.99	11.61	134.81	123.57	3.35		
16.13	54.44	92.36						
LOWESS_0.5_% ARENA*Case	12	3.07	3.14	9.83	9.01	0.91		
102.05	-1.59	8.36						
LOWESS_0.5_Sulfuro*Case	12	155.94	178.36	31813.61	29162.47	51.49		
114.38	23.79	536.98						
LOWESS_0.5_TURBIDEZ (NTU)*..	12	30.49	14.00	195.87	179.55	4.04		
45.90	18.20	60.19						

## ANEXO E

### TABLA CALCULO DE MATERIA ORGANICA

MATERIA ORGANICA						PROMEDIO	
	P1	P2	P3	M. O. (g)	% M. O.	M.O. (g)	% M. O.
E1R1	32.2953	36.5218	36.1084	0.4134	10.84157	0.4176	10.8414
E1R1	31.8882	36.2007	35.7789	0.4218	10.84124		
E1R2	34.1388	38.4647	38.0466	0.4181	10.69911	0.40435	10.28424
E1R2	33.8812	38.2295	37.8389	0.3906	9.869369		
E1R3	31.5344	35.424	35.0387	0.3853	10.99506	0.3949	11.74136
E1R3	34.4939	38.1376	37.7331	0.4045	12.48765		
E2R1	31.7679	36.3263	35.9521	0.3742	8.943167	0.37045	9.060381
E2R1	32.2347	36.597	36.2303	0.3667	9.177595		
E2R2	34.3966	39.1216	38.7867	0.3349	7.628528	0.3304	7.723344
E2R2	31.5161	36.0105	35.6846	0.3259	7.81816		
E2R3	18.049	23.3509	23.0023	0.3486	7.037732	0.35795	8.689338
E2R3	32.3474	36.2666	35.8993	0.3673	10.34094		
E3R1	31.5006	35.6536	35.2456	0.408	10.89453	0.3818	10.19062
E3R1	31.8713	35.9753	35.6197	0.3556	9.486714		
E3R2	32.6639	37.0472	36.6415	0.4057	10.19962	0.3943	10.1894
E3R2	32.2952	36.4397	36.0568	0.3829	10.17918		
E3R3	20.5545	24.0694	23.7471	0.3223	10.09522	0.3226	10.12689
E3R3	32.6336	36.1351	35.8122	0.3229	10.15856		
E4R1	32.6647	36.2599	35.9594	0.3005	9.120709	0.3195	9.941228
E4R1	30.8963	34.3802	34.0417	0.3385	10.76175		
E4R2	21.2199	24.98	24.6176	0.3624	10.66604	0.36005	10.66673
E4R2	32.2918	36.0027	35.645	0.3577	10.66742		
E4R3	34.5746	38.6076	38.0736	0.534	15.2615	0.45485	12.611
E4R3	20.9888	25.1364	24.7607	0.3757	9.960497		

## ANEXO G

### TEST DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILKS

C:\Users\fatima\Documents\Matriz de Datos Churute Sequia 2.IDB2 : 5/17/2015  
 - 8:25:18 PM - [Version : 3/31/2015]

#### Shapiro-Wilks (modified)

Variable	n	Mean	S.D.	W*	p(one tail)
Amonio (intersticial)	12	2.07	2.38	0.81	0.0167
Amoniaco	12	0.06	0.05	0.86	0.0784
Nitrito	12	0.03	0.01	0.90	0.2626
Fosfato	12	0.81	0.32	0.83	0.0291
Sulfuro	12	151.08	263.80	0.58	<0.0001
Sulfato	12	923.33	96.42	0.93	0.5600
pH (Intersticial)	12	6.61	0.06	0.89	0.1919
SALINIDAD ppm	12	21.42	2.31	0.81	0.0174
CONDUCTIVIDAD mS/cm	12	28.86	4.44	0.86	0.0920
TURBIDEZ (NTU)	12	30.12	23.51	0.84	0.0489
Temperatura (°C)	12	25.05	2.87	0.77	0.0022
Oxigeno Diuselto mg/L	12	6.50	1.48	0.80	0.0094
Saturacion (%)	12	73.30	11.58	0.82	0.0226
SOLIDOS TOTALES EN AGUA (g..	12	1.27	0.55	0.63	<0.0001
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALE..	12	250.75	246.49	0.80	0.0121
SOLIDOS SEDIMENTABLES mL/L..	12	1.29	1.14	0.88	0.1537
% M.O	12	10.17	1.30	0.97	0.9213
% LIMO	12	25.53	33.45	0.63	<0.0001
% ARCILLA	12	71.35	32.36	0.59	<0.0001
% ARENA	12	3.12	5.27	0.59	<0.0001
% HUMEDAD	12	60.13	7.65	0.91	0.3191

## ANEXO H

### TEST NORMALIDAD SHAPIRO-WILKS DE DATOS SUAVIZADOS

C:\Users\fatima\Documents\Matriz de Datos Churute Sequia 2.IDB2 : 5/17/2015  
- 1:25:09 PM - [Version : 3/31/2015]

#### Shapiro-Wilks (modified)

Variable	n	Mean	S.D.	W*	p(one tail)
LOWESS_0.5_Amonio (interst..	12	1.98	1.26	0.95	0.7142
LOWESS_0.5_Fosfato*Case	12	0.82	0.13	0.94	0.5952
LOWESS_0.5_Sulfuro*Case	12	155.94	178.36	0.75	0.0010
LOWESS_0.5_SALINIDAD ppm*C..	12	21.56	1.80	0.91	0.3310
LOWESS_0.5_TURBIDEZ (NTU)*..	12	30.49	14.00	0.79	0.0075
LOWESS_0.5_Temperatura (°C..	12	24.97	2.19	0.87	0.1251
LOWESS_0.5_Oxigeno Diuselt..	12	6.54	0.97	0.96	0.8461
LOWESS_0.5_Saturacion (%)*..	12	73.59	7.62	0.94	0.6917
LOWESS_0.5_SOLIDOS TOTALES..	12	1.27	0.23	0.92	0.4163
LOWESS_0.5_SOLIDOS SUSPEND..	12	251.99	106.37	0.94	0.6497
LOWESS_0.5_% LIMO*Case	12	24.94	11.17	0.93	0.5491
LOWESS_0.5_% ARCILLA*Case	12	71.99	11.61	0.94	0.6937
LOWESS_0.5_% ARENA*Case	12	3.07	3.14	0.90	0.2855



# ANEXO I

## ANOVA

C:\Users\fatima\Documents\Matriz de Datos Churute Sequia 2.IDB2 : 5/17/2015  
- 8:40:41 PM - [Version : 3/31/2015]

### Analysis of variance

#### Amoniaco

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
Amoniaco	12	0.33	0.07	85.93

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	0.01	3	3.4E-03	1.30	0.3407
ESTACION	0.01	3	3.4E-03	1.30	0.3407
Error	0.02	8	2.7E-03		
Total	0.03	11			

Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=0.13481

Error: 0.0027 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E2	0.01	3	0.03 A
E3	0.06	3	0.03 A
E1	0.08	3	0.03 A
E4	0.09	3	0.03 A

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

#### Nitrito

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
Nitrito	12	0.51	0.33	32.84

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	9.4E-04	3	3.1E-04	2.83	0.1066
ESTACION	9.4E-04	3	3.1E-04	2.83	0.1066
Error	8.8E-04	8	1.1E-04		
Total	1.8E-03	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=0.02748

Error: 0.0001 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E1	0.02	3	0.01 A
E2	0.03	3	0.01 A
E3	0.03	3	0.01 A
E4	0.05	3	0.01 A

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

### Sulfato

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
Sulfato	12	0.70	0.59	6.68

### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	71866.67	3	23955.56	6.30	0.0168
ESTACION	71866.67	3	23955.56	6.30	0.0168
Error	30400.00	8	3800.00		
Total	102266.67	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=161.18152

Error: 3800.0000 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E2	800.00	3	35.59 A
E3	933.33	3	35.59 A B
E4	946.67	3	35.59 A B
E1	1013.33	3	35.59 B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

### pH (Interstitial)

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
pH (Interstitial)	12	0.53	0.35	0.77

### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	0.02	3	0.01	2.97	0.0968
ESTACION	0.02	3	0.01	2.97	0.0968
Error	0.02	8	2.6E-03		
Total	0.04	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=0.13247

Error: 0.0026 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E4	6.55	3	0.03 A
E3	6.59	3	0.03 A
E2	6.65	3	0.03 A
E1	6.66	3	0.03 A

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

#### CONDUCTIVIDAD mS/cm

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
CONDUCTIVIDAD mS/cm	12	0.62	0.48	11.07

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	135.56	3	45.19	4.43	0.0410
ESTACION	135.56	3	45.19	4.43	0.0410
Error	81.63	8	10.20		
Total	217.19	11			

Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=8.35236

Error: 10.2040 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E2	24.26	3	1.84 A
E3	27.47	3	1.84 A B
E1	30.40	3	1.84 A B
E4	33.30	3	1.84 B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

#### Saturacion (%)

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
Saturacion (%)	12	0.92	0.88	5.36

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	1352.05	3	450.68	29.16	0.0001
ESTACION	1352.05	3	450.68	29.16	0.0001
Error	123.63	8	15.45		
Total	1475.68	11			

Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=10.27889

Error: 15.4542 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E3	57.30	3	2.27 A
E1	70.70	3	2.27 B

E2	79.87	3	2.27	B	C
E4	85.33	3	2.27	C	

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

#### SOLIDOS SEDIMENTABLES mL/L

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
SOLIDOS SEDIMENTABLES mL/L..	12	0.49	0.30	74.08

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	6.92	3	2.31	2.54	0.1301
ESTACION	6.92	3	2.31	2.54	0.1301
Error	7.28	8	0.91		
Total	14.20	11			

Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=2.49399

Error: 0.9098 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E3	0.07	3	0.55 A
E2	1.40	3	0.55 A
E1	1.53	3	0.55 A
E4	2.15	3	0.55 A

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

#### % M.O

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
% M.O	12	0.69	0.57	8.41

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	12.75	3	4.25	5.82	0.0208
ESTACION	12.75	3	4.25	5.82	0.0208
Error	5.85	8	0.73		
Total	18.60	11			

Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=2.23555

Error: 0.7310 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E2	8.49	3	0.49 A
E3	10.17	3	0.49 A B
E1	10.96	3	0.49 B
E4	11.07	3	0.49 B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

% HUMEDAD

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
% HUMEDAD	12	0.78	0.69	7.07

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	498.51	3	166.17	9.19	0.0057
ESTACION	498.51	3	166.17	9.19	0.0057
Error	144.72	8	18.09		
Total	643.24	11			

Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=11.12105

Error: 18.0903 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E2	49.90	3	2.46	A
E1	59.98	3	2.46	A B
E4	63.35	3	2.46	B
E3	67.28	3	2.46	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

## ANEXO J

### ANOVA DATOS SUAVIZADOS

C:\Users\fatima\Documents\Matriz de Datos Churute Sequia.IDB2 : 5/15/2015 - 11:18:28 AM - [Version : 3/31/2015]

#### Analysis of variance

##### LOWESS\_0.5\_Amonio (intersticial)\*Ca

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 Amonio (interst..	12	0.80	0.73	33.26

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	13.96	3	4.65	10.69	0.0036
ESTACION	13.96	3	4.65	10.69	0.0036
Error	3.48	8	0.44		
Total	17.44	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=1.72501

Error: 0.4352 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E3	3.51	3	0.38	A
E2	2.24	3	0.38	A B
E4	1.66	3	0.38	B
E1	0.52	3	0.38	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

##### LOWESS\_0.5\_Fosfato\*Case

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 Fosfato*Case	12	0.84	0.78	7.60

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	0.17	3	0.06	14.31	0.0014
ESTACION	0.17	3	0.06	14.31	0.0014
Error	0.03	8	3.9E-03		
Total	0.20	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=0.16255

Error: 0.0039 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E1	0.97	3	0.04	A
E2	0.88	3	0.04	A B
E4	0.77	3	0.04	B C
E3	0.66	3	0.04	C

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

#### LOWESS\_0.5\_Sulfuro\*Case

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 Sulfuro*Case	12	0.92	0.89	38.72

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	320780.52	3	106926.84	29.33	0.0001
ESTACION	320780.52	3	106926.84	29.33	0.0001
Error	29169.15	8	3646.14		
Total	349949.67	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=157.88481

Error: 3646.1442 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E1	431.75	3	34.86	A
E2	124.49	3	34.86	B
E4	35.76	3	34.86	B
E3	31.74	3	34.86	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

#### LOWESS\_0.5\_SALINIDAD ppm\*Case

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 SALINIDAD ppm*C..	12	0.78	0.70	4.54

#### Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	27.90	3	9.30	9.73	0.0048
ESTACION	27.90	3	9.30	9.73	0.0048
Error	7.65	8	0.96		
Total	35.55	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=2.55689

Error: 0.9563 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E4	23.44	3	0.56	A

E1	22.46	3	0.56	A
E3	20.90	3	0.56	A B
E2	19.44	3	0.56	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

**LOWESS\_0.5\_TURBIDEZ (NTU)\*Case**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 TURBIDEZ (NTU)*..	12	0.87	0.81	19.77

**Analysis of variance table (Sequential SS)**

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	1863.91	3	621.30	17.10	0.0008
ESTACION	1863.91	3	621.30	17.10	0.0008
Error	290.64	8	36.33		
Total	2154.55	11			

**Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=15.76010**

Error: 36.3305 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E4	51.91	3	3.48 A
E1	25.19	3	3.48 B
E3	23.89	3	3.48 B
E2	20.97	3	3.48 B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

**LOWESS\_0.5\_Temperatura (°C)\*Case**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 Temperatura (°C)..	12	0.87	0.82	3.71

**Analysis of variance table (Sequential SS)**

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	45.76	3	15.25	17.78	0.0007
ESTACION	45.76	3	15.25	17.78	0.0007
Error	6.86	8	0.86		
Total	52.62	11			

**Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=2.42150**

Error: 0.8577 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E3	27.86	3	0.53 A
E4	25.46	3	0.53 A B
E2	23.95	3	0.53 B C
E1	22.60	3	0.53 C

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )



LOWESS\_0.5\_Oxigeno Diuselto mg/L\*Ca

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 Oxigeno Diuselt..	12	0.75	0.66	8.61

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	7.76	3	2.59	8.16	0.0081
ESTACION	7.76	3	2.59	8.16	0.0081
Error	2.53	8	0.32		
Total	10.29	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=1.47135

Error: 0.3167 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E4	7.66	3	0.32	A
E2	6.75	3	0.32	A B
E1	6.31	3	0.32	A B
E3	5.43	3	0.32	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

LOWESS\_0.5\_Saturacion (%) \*Case

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 Saturacion (%)*..	12	0.75	0.66	6.03

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	481.17	3	160.39	8.14	0.0082
ESTACION	481.17	3	160.39	8.14	0.0082
Error	157.66	8	19.71		
Total	638.82	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=11.60735

Error: 19.7069 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E4	82.70	3	2.56	A
E2	75.55	3	2.56	A B
E1	70.49	3	2.56	B
E3	65.60	3	2.56	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

LOWESS\_0.5\_SOLIDOS TOTALES EN AGUA

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 SOLIDOS TOTALES..	12	0.67	0.55	12.06

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	0.39	3	0.13	5.49	0.0241
ESTACION	0.39	3	0.13	5.49	0.0241
Error	0.19	8	0.02		
Total	0.57	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=0.40007

Error: 0.0234 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E1	1.44	3	0.09 A
E2	1.43	3	0.09 A
E4	1.21	3	0.09 A B
E3	1.00	3	0.09 B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

LOWESS\_0.5\_SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTA

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 SOLIDOS SUSPEND..	12	0.87	0.82	17.85

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	108258.89	3	36086.30	17.83	0.0007
ESTACION	108258.89	3	36086.30	17.83	0.0007
Error	16191.30	8	2023.91		
Total	124450.19	11			

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=117.63035

Error: 2023.9131 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E2	370.15	3	25.97 A
E1	299.48	3	25.97 A B
E4	224.63	3	25.97 B C
E3	113.71	3	25.97 C

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

LOWESS\_0.5\_% LIMO\*Case

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
----------	---	----------------	--------------------	----

LOWESS\_0.5\_SOLIDOS TOTALES EN AGUA

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 SOLIDOS TOTALES..	12	0.67	0.55	12.06

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	0.39	3	0.13	5.49	0.0241
ESTACION	0.39	3	0.13	5.49	0.0241
Error	0.19	8	0.02		
Total	0.57	11			

Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=0.40007

Error: 0.0234 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E1	1.44	3	0.09 A
E2	1.43	3	0.09 A
E4	1.21	3	0.09 A B
E3	1.00	3	0.09 B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

LOWESS\_0.5\_SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTA

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 SOLIDOS SUSPEND..	12	0.87	0.82	17.85

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	108258.89	3	36086.30	17.83	0.0007
ESTACION	108258.89	3	36086.30	17.83	0.0007
Error	16191.30	8	2023.91		
Total	124450.19	11			

Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=117.63035

Error: 2023.9131 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.
E2	370.15	3	25.97 A
E1	299.48	3	25.97 A B
E4	224.63	3	25.97 B C
E3	113.71	3	25.97 C

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

LOWESS\_0.5\_% LIMO\*Case

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
----------	---	----------------	--------------------	----

LOWESS 0.5 % LIMO\*Case 12 0.65 0.52 31.18

**Analysis of variance table (Sequential SS)**

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	888.46	3	296.15	4.90	0.0322
ESTACION	888.46	3	296.15	4.90	0.0322
Error	483.97	8	60.50		
Total	1372.43	11			

**Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=20.33708**

Error: 60.4965 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E4	38.26	3	4.49	A
E2	26.58	3	4.49	A B
E1	18.97	3	4.49	A B
E3	15.97	3	4.49	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

**LOWESS\_0.5\_% ARCILLA\*Case**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 % ARCILLA*Case 12	12	0.67	0.54	10.94

**Analysis of variance table (Sequential SS)**

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	986.87	3	328.96	5.31	0.0263
ESTACION	986.87	3	328.96	5.31	0.0263
Error	496.02	8	62.00		
Total	1482.89	11			

**Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=20.58856**

Error: 62.0019 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E3	81.08	3	4.55	A
E1	80.53	3	4.55	A B
E2	66.16	3	4.55	A B
E4	60.18	3	4.55	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

**LOWESS\_0.5\_% ARENA\*Case**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
LOWESS 0.5 % ARENA*Case 12	12	0.73	0.63	61.77

**Analysis of variance table (Sequential SS)**

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	79.32	3	26.44	7.34	0.0110
ESTACION	79.32	3	26.44	7.34	0.0110
Error	28.82	8	3.60		
Total	108.14	11			

**Test: Tukey Alpha:=0.05 LSD:=4.96241**

Error: 3.6020 df: 8

ESTACION	Means	n	S.E.	
E2	7.26	3	1.10	A
E3	2.95	3	1.10	A B
E4	1.56	3	1.10	B
E1	0.51	3	1.10	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

## ANEXO K

### ANALISIS NO PARAMETRICO – KRUSKAL-WALLIS

C:\Users\fatima\Documents\Matriz de Datos Churute Sequia 2.IDB2 : 5/17/2015  
 - 9:29:53 PM - [Version : 3/31/2015]

#### Kruskal Wallis Test

Variable	ESTACION	N	Means	S.D.	Medians	df	H	p
LOWESS_0.5_TURBIDEZ (NTU)*..	E1	3	25.19	2.18	25.22	3	7.67	0.0534
LOWESS_0.5_TURBIDEZ (NTU)*..	E2	3	20.97	1.10	21.37			
LOWESS_0.5_TURBIDEZ (NTU)*..	E3	3	23.89	8.26	20.12			
LOWESS_0.5_TURBIDEZ (NTU)*..	E4	3	51.91	8.44	52.22			

Variable	ESTACION	N	Means	S.D.	Medians	df	H	p
LOWESS_0.5_Sulfuro*Case	E1	3	431.75	103.08	427.31	3	9.46	0.0237
LOWESS_0.5_Sulfuro*Case	E2	3	124.49	61.50	101.91			
LOWESS_0.5_Sulfuro*Case	E3	3	31.74	12.02	25.87			
LOWESS_0.5_Sulfuro*Case	E4	3	35.76	5.66	35.65			

#### Treat. Ranks

E3	3.00	A
E4	4.00	A
E2	8.00	A B
E1	11.00	B

Means with a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

# ANEXO L

## IMAGEN SATELITAL DE LA ESTACION DE MUESTREO E2 y E3

