



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD CIENCIAS DEL MAR**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA**

**“ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE COMUNIDADES DE MOLUSCOS  
MACROBENTÓNICOS ASOCIADOS EN LA ZONA INTERMAREAL  
ROCOSA DE CHANDUY EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA –  
ECUADOR, DURANTE LOS MESES DE AGOSTO DEL 2014 - ENERO  
DEL 2015”.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGO MARINO**

**AUTOR:**

**ALEX EDUARDO MÉNDEZ HERRERA**

**TUTOR:**

**BLGA. YADIRA SOLANO VERA, Mgt.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2015**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA**

**“ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE COMUNIDADES DE MOLUSCOS  
MACROBENTÓNICOS ASOCIADOS EN LA ZONA INTERMAREAL  
ROCOSA DE CHANDUY EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA –  
ECUADOR, DURANTE LOS MESES DE AGOSTO DEL 2014 - ENERO  
DEL 2015”.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGO MARINO**

**Presentado por:**

**ALEX EDUARDO MÉNDEZ HERRERA**

**TUTOR:**

**BLGA. YADIRA SOLANO VERA, Mgt.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2015**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad por las ideas, hechos, investigaciones, conclusiones y resultados expuestos en ésta tesis, es de absoluta y exclusiva responsabilidad al autor y el patrimonio intelectual de la misma y a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE).

---

Alex Eduardo Méndez Herrera

C.I. 092723030-0

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por darme la vida, fortalecerme y haberme dado la oportunidad de lograr un objetivo más en mi vida.

A mis padres Olga y Arturo que me han ayudado sin interés alguno y me brindaron la confianza necesaria a lo largo de mi trayectoria profesional. A mi hermano Ángel.

A mis queridas abuelitas Judith y Yolanda.

A mi madrina Lucy.

A mi esposa Silvia por brindarme su cariño y amistad que me ha dado fuerza para seguir adelante.

A Jhoon Reyes por ayudarme su apoyo y amistad a lo largo de todo el proceso de tesis.

Y a todos mis amigos (as), y docentes de la facultad ciencias del mar.

Solo espero no defraudarlos.

## **AGRADECIMEINTO**

A Dios por ser el guía a lo largo de mi carrera profesional. A mis padres que me ayudaron a seguir toda esta etapa de mi vida.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a sus autoridades Msc, Johnny Chavarría, Decano de la Facultad de Ciencias del Mar, Blga. Dennis Tomalá, Directora de la Carrera de Biología Marina, por haberme brindado la oportunidad de recibirme en sus aulas para poder alcanzar una profesión digna y respetable.

Agradezco a la Blga. Yadira Solano Vera tutora de tesis, por ser mi guía y darme su apoyo constante durante la realización de este trabajo.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ocean. Johnny Chavarría V. M.Sc.  
Decano Facultad Ciencias Del Mar

---

Blga. Dennis Tómalá S. M.Sc.  
Directora De Escuela Biología Marina

---

Blga. Yadira Solano Vera. Mgt.  
Docente - Tutora

---

Ing. Jimmy Villón. M.S.c.  
Docente del Área

---

Ab. Joe Espinoza Ayala, Mgt.

Secretario General

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN EXPRESA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
INDICE DE FOTOS.....	xiv
GLOSARIO.....	xvi
ABREVIATURAS.....	xxi
1. RESUMEN.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
2. INTRODUCCIÓN.....	1
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. OBJETIVO GENERAL.....	5
5. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
6. HIPÓTESIS.....	6

7. MARCO TEÓRICO.....	7
7.1 COMUNIDADES DE MOLUSCOS MACROBENTÓNICOS.....	7
7.1.1 MOLUSCOS MACROBENTÓNICOS EN EL ECUADOR.....	7
7.1.2 DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS COMUNIDADES DE LOS MOLUSCOS MACROBENTÓNICOS.....	9
7.1.3 COMPONENTE BIÓTICO.....	10
7.1.4 IMPORTANCIA BIOECOLÓGICA DE LAS COMUNIDADES MALACOLÓGICAS.....	11
7.2 COMUNIDADES DEL (PHYLLUM MOLLUSCA).....	12
7.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PHYLLUM.....	12
7.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CLASES DEL PHYLLUM MOLLUSCA.....	15
7.2.2.1 CLASE CAUDOFOVEATA (Chaetodermomorpha).....	15
7.2.2.2 CLASE SOLENOGASTRES (Aplacophora - Neomeniomorpha).....	15
7.2.2.3 CLASE MONOPLACÓFORO (Tryblidia).....	16
7.2.2.4 CLASE POLIPLACÓFORO (Placophora).....	17
7.2.2.5 CLASE BIVALVO (lamelibránquios o pelecípodos).....	18
7.2.2.6 CLASE GASTERÓPODOS (Gastrópoda).....	20
7.2.2.7 CLASE ESCAFÓPODO (Solenconcha).....	21
7.2.2.8 CLASE CEPHALOPODA (Siphonopoda).....	21
8. MARCO METODOLÓGICO.....	24
8.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y DESCRIPCIÓN DE LA PLAYA.....	24
8.1.1 ESTACIONES.....	25

8.1.2 CLIMA.....	26
8.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	27
8.2.1 EQUIPOS.....	27
8.2.2 MATERIALES DE LABORATORIO.....	27
8.2.3 MATERIALES DE CAMPO.....	28
8.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	29
8.3.1 FASE DE CAMPO.....	30
8.3.1.1 SITIO DE ESTUDIO.....	30
8.3.1.2 ESTUDIOS DE ZONACIÓN.....	31
8.3.1.3 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS.....	31
8.3.1.4 MÉTODO DE TRANSEPTOS.....	32
8.3.2 FASE DE LABORATORIO.....	33
8.4 METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA NARCOTIZACIÓN, FIJACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LOS ORGANISMOS COLECTADOS....	34
8.5 CÁLCULO PORCENTUAL DE LAS CLASES.....	38
8.6 TABLAS DE FRECUENCIA.....	38
8.7 ÍNDICE DE ÍNDICE DE SHANNON.....	38
8.8 ÍNDICES DE EQUITABILIDAD.....	40
8.9 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON.....	40
9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	42
9.1 RESULTADOS.....	42

9.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE MOLUSCOS MACROBENTÓNICOS PRESENTES EN LA ZONA INTERMAEAL DE CHANDUY .....	43
9.3 PARÁMETROS AMBIENTALES.....	62
9.4 ANÁLISIS POBLACIONAL DE LAS ESPECIES.....	64
9.5 NUMERO DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN CHANDUY.....	66
9.6 POBLACIÓN TOTAL POR CADA CLASE DEL PHYLLUM MOLLUSCA.....	67
9.6.1 PORCENTAJES DE LA POBLACIÓN.....	67
9.6.2 FRECUENCIAS DE CLASE.....	69
9.6.3 POBLACIÓN TOTAL POR ESTACIÓN.....	71
9.6.4 PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN POR ESTACIÓN.....	71
9.6.5 FRECUENCIAS POR ESTACION.....	72
9.7 ÍNDICES DE DIVERSIDAD.....	75
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
10.1 CONCLUSIONES.....	78
10.2 RECOMENDACIONES.....	80
11. BIBLIOGRAFÍAS.....	81
12. ANEXOS.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Características de Los chitones (Guía de la FAO).....	18
<b>Figura 2.</b> Características de la concha (Guía de la FAO).....	19
<b>Figura 3.</b> Características de los gasterópodos (Guía de la FAO).....	20
<b>Figura 4.</b> Diente de elefante (Moluscos Magallánicos I).....	21
<b>Figura 5.</b> Características importantes de un teutoideo.....	22
<b>Figura 6.</b> Características importantes de un octópodo.....	23
<b>Figura 7.</b> Área de estudio de la playa de Chanduy.....	24

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas de las estaciones.....	25
<b>Tabla 2.</b> Datos de la temperatura del mar.....	62
<b>Tabla 3.</b> Datos de la salinidad del mar.....	63
<b>Tabla 4.</b> Datos del pH del mar.....	64
<b>Tabla 5.</b> Especies identificadas.....	65
<b>Tabla 6.</b> Número de especies identificadas.....	66
<b>Tabla 7.</b> Total de la población por clase.....	67
<b>Tabla 8.</b> Porcentajes de la población.....	68
<b>Tabla 9.</b> Frecuencia de los moluscos.....	69
<b>Tabla 10.</b> Población por estaciones .....	71
<b>Tabla 11.</b> Porcentaje de la población por estación.....	72
<b>Tabla 12.</b> Frecuencias por estación.....	73
<b>Tabla 13.</b> Índices de Shannon – Simpson y Pielou.....	75
<b>Tabla 14.</b> Estación 1.....	90
<b>Tabla 15.</b> Estación 1.....	91
<b>Tabla 16.</b> Estación 2.....	92
<b>Tabla 17.</b> Estación 2.....	92
<b>Tabla 18.</b> Estación 3.....	93
<b>Tabla 19.</b> Estación 3.....	93
<b>Tabla 20.</b> Estación 4.....	94
<b>Tabla 21.</b> Estación 4.....	94

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Porcentajes de la población.....	68
<b>Gráfico 2.</b> Frecuencia absoluta.....	70
<b>Gráfico 3.</b> Frecuencia relativa.....	70
<b>Gráfico 4.</b> Porcentaje de la población por estación.....	72
<b>Gráfico 5.</b> Frecuencia absoluta.....	74
<b>Gráfico 6.</b> Frecuencia relativa.....	74
<b>Gráfico 7.</b> Índices de Shannon – Simpson y Pielou.....	75

## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 1.</b> <i>Carditamera affinis</i> .....	44
<b>Foto 2.</b> <i>Carditamera radiata</i> . ....	45
<b>Foto 3.</b> <i>Brachidontes adamsianus</i> . ....	46
<b>Foto 4.</b> <i>Petrícola denticulata</i> . ....	47
<b>Foto 5.</b> <i>Pseuchama corrugata</i> . ....	48
<b>Foto 6.</b> <i>Thais (Vasula) melones</i> . ....	49
<b>Foto 7.</b> <i>Acanthina brevidentata</i> .....	50
<b>Foto 8.</b> <i>Thais callaoensis</i> . ....	51
<b>Foto 9.</b> <i>Anachis rugulosa</i> .....	52
<b>Foto 10.</b> <i>Cerithium browni</i> . ....	53
<b>Foto 11.</b> <i>Nodilittorina modesta</i> . ....	54
<b>Foto 12.</b> <i>Crepidula excavata</i> . ....	55
<b>Foto 13.</b> <i>Crepidula striolata</i> .....	56
<b>Foto 14.</b> <i>Crepidula incurva</i> . ....	56
<b>Foto 15.</b> <i>Siphonaria maura</i> . ....	57
<b>Foto 16.</b> <i>Fissurella asperella</i> . ....	58
<b>Foto 17.</b> <i>Scurria mesoleuca</i> . ....	59
<b>Foto 18.</b> <i>Acanthochitona huridiniformi</i> . ....	60
<b>Foto 19.</b> <i>Dentalium sp.</i> .....	61
<b>Foto. 20</b> Puerto de Chanduy.....	86
<b>Foto.21</b> Vista general de la zona de muestreo.....	86

<b>Foto 22.</b> Identificación de organismos en el laboratorio.....	87
<b>Foto 23.</b> Materiales de laboratorio.....	87
<b>Foto 24.</b> Frascos de las muestras con los moluscos.....	88
<b>Foto 25.</b> Navaja para extraer las muestras adheridas al sustrato.....	88
<b>Foto 26.</b> Preparando soluciones para preservación de la muestras.....	89
<b>Foto 27.</b> Equipo para identificación.....	89

## GLOSARIO

**Abundancia:** Indica el número de animales existentes en un determinado hábitat. Se relaciona con los términos de densidad y dominancia, puesto que ocupa el primer nivel de clasificación paramétrica en la escala de frecuencias (ej. abundante, frecuente, común, escaso y raro).

**Abundancia relativa:** Cantidad proporcional, calculada, de los individuos de esa especie con respecto al porcentaje observado de la población en esa área.

**Antropogénico:** Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

**Bajamar:** Período del ciclo de mareas en que se retiran las aguas descubriéndose el fondo de la playa.

**Bentónico:** Organismos que viven y realizan sus funciones vitales en dependencia estricta de un substrato.

**Bilateral:** Perteneciente o relativo a los dos lados, partes o aspectos que se consideran.

**Biodiversidad:** Es el contenido biológico total de organismos que habitan en un determinado paisaje, su abundancia, su frecuencia, su rareza y su situación de conservación.

**Charnela:** Parte del borde dorsal a lo largo del cual se unen las valvas.

**Concha:** Cubierta, formada en su mayor parte por carbonato cálcico, que protege el cuerpo de los moluscos y que puede constar de una sola pieza o valva, como en los caracoles, de dos, como en las almejas, o de ocho, como en los quitones.

**Comunidades:** Conjunto de individuos que viven en agrupaciones bajo las mismas condiciones.

**Cuadrante:** Instrumento cuadrado utilizado en el campo para delimitar el área de muestreo.

**Cualitativo:** Cada uno de los caracteres, naturales o adquiridos, que distinguen a las personas, a los seres vivos en general o a las cosas.

**Cuantitativo:** Pertenece o relativo a la cantidad.

**Detrito o detritus:** Resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas (lat. *detritus*, desgastado).

**Ecosistema:** Es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat.

**Equidad:** Justa y racional relación en la planificación, organización, ejecución, operación y rediseño de los programas ambientales.

**Especie:** Grupo de organismos que pueden reproducirse entre sí, pero no con miembros de otras especies.

**Espira:** Espiral que forman, arrollándose alrededor de un eje, la concha de muchos moluscos gasterópodos y de algunos cefalópodos y el caparazón de ciertos foraminíferos.

**Estación:** Sitio o localidad de condiciones apropiadas para que viva una especie animal o vegetal.

**Hábitat:** En ecología, hábitat es el ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.

**Hermafrodita:** Que tiene los dos sexos. Con tejido testicular y ovárico en sus gónadas, lo cual origina anomalías somáticas que le dan la apariencia de reunir ambos sexos.

**Lapa:** Molusco gasterópodo, de concha cónica con abertura oblonga, lisa o con estrías, que vive asido fuertemente a las rocas de las costas. Hay muchas especies, todas comestibles, aunque de poco valor.

**Macroinvertebrados:** Se utiliza para referirse a los organismos invertebrados que superan el milímetro de tamaño.

**Malacológica:** Parte de la zoología de invertebrados que estudia los moluscos.

**Oleaje:** Onda de gran amplitud que se forma en la superficie de las aguas.

**Perforadores:** Aquellos que realizan agujeros para atravesar alguna capa.

**Pleamar:** Nivel más alto que alcanza el agua del mar durante la marea alta.

**Substrato:** Medio en el cual un organismo viviente se desenvuelve; está constituido por los elementos que conforman bases químicas y físicas que hacen posible su existencia.

**Tentáculo:** Cada uno de los apéndices móviles y blandos que tienen muchos animales invertebrados y que pueden desempeñar diversas funciones, actuando principalmente como órganos táctiles o de prensión.

**Temperatura:** Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente.

**Transecto:** Método que consiste en establecer un recorrido lineal previamente establecido, registrando en todo su recorrido los organismos observados. La longitud del transecto va a variar según la diversidad del área.

**Vitelo:** Conjunto de sustancias almacenadas dentro de un huevo para la nutrición del embrión (*vitellum*, yema de huevo).

**Zona intermareal:** es la parte del litoral situada entre los niveles conocidos de las máximas y mínimas mareas.

## **SIMBOLOGÍA Y ABREVIATURAS**

**pH:** potencial de hidrogeno

**INOCAR:** INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA.

**GPS:** sistema de posicionamiento global.

**FAO:** Food And Agriculture Organization Of The United Nations

**m:** Metros

**mm:** Milímetros

**ml:** Mililitro

**ppm:** Parte por millón

**°C:** Grados Celsius

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la zona intermareal rocosa del puerto de Chanduy, se determinó la abundancia y diversidad de los moluscos macrobentónicos en cuatro estaciones utilizando índices de diversidad, entre los meses de Agosto del 2014 y Enero del 2015, realizando 2 muestreos mensuales en baja mar, tomando parámetros de temperatura, salinidad y pH del agua de mar.

Durante la elaboración de este estudio se cuantificó 61012 especímenes vivos y se logró identificar 19 especies pertenecientes al phylum mollusca, encontrando 4 clases: bivalvos, gasterópodos, poliplacóforos y escafópodos.

Según el índice de Simpson, la abundancia en la estación 1 y 4 alcanzó valores de 0,51 y 0,49 siendo los más altos, teniendo una disminución en las mismas estaciones con el índice de Pielou con valores de 0,24 y 0,30, determinando la abundancia de 2 especies, *Nodilittorina modesta* y *Brachidontes adamsianus*, teniendo una menor diversidad para estas 2 estaciones, porque cuando aumenta la dominancia, Pielou disminuye y la comunidad se muestra menos diversa. En las estaciones 2 y 3, los valores altos están relacionados con el índice de Shannon de 1,36 y 1,71 siendo valores significativos, teniendo en estas 2 estaciones diversidad de especies haciendo referencia el concepto de uniformidad con valores altos de 0,75 y 0,88.

**Palabras claves:** Abundancia, moluscos, zona intermareal, Chanduy.

## SUMMARY

The present study was conducted in the zone intermareal rocky of the port of Chanduy, determined the abundance and diversity of the mollusks macrobenthic in four stations using indexes of diversity, since the months of August to December of the 2014 and January of the 2015, accomplishing 2 monthly samplings in low water, taking from parameters temperature, salinity and pH of sea water.

During the elaboration of this study 61012 live specimens were quantified and he managed to identify him 19 species belonging to the phylum Mollusca finding 4 classes: Bivalves, gastropods, poliplacóforos and escafópodos.

Simpson determines the abundance like a measure of dominance, in this case we have the station 1 and 4 caught up with values of 0.51 and 0.49 are the majors percentages having a decrease in the same stations with the index of Pielou with values of 0.24 and 0.30 determining 2 species'abundance *nodilittorina modest* and *Brachidontes adamsianus*, having a smaller diversity for these 2 stations, because when the dominance increases, Pielou decreases and the community is less diverse. In the stations 2 and 3 the tall values are related to the index of Shannon of 1.36 and 1.71 being significant values, having in these 2 stations species diversity making person giving a reference the concept of uniformity with tall values of 0.75 and 0.88.

**Keywords:** Abundance, mollusks, zone intermareal, Chanduy.

## 2. INTRODUCCIÓN

Existen más de 128000 especies de moluscos, siendo el segundo grupo más abundante y diverso de todos los phylum. La mayoría de estas especies habitan en el mar desde la zona intermareal hasta profundidades de 7000 m (Purchon, 1977).

Los moluscos encontrados son organismos cosmopolitas, porque presentan una gran variedad de hábitats, este phylum posee el mayor éxito evolutivo, la alimentación de estas especies es variada porque pueden ser carnívoros, detritívoros, carroñeros, herbívoros e incluso hasta parásitos.

Se conoce como zona intermareal al área que se encuentra comprendida entre la zona de marea alta como “pleamar” y la zona más baja como “bajamar”. La zona rocosa se denomina así, por ser un área expuesta al oleaje y la acción directa de las olas produciendo un desgaste convirtiéndose en grutas. En ella pueden vivir diferentes variedades de plantas y animales marinos, en este caso la zona de Chanduy donde existen una gran variedad de especies de moluscos macrobentónicos.

Son de gran importancia en la acuicultura y en la pesca, y esto se debe a su alto valor alimenticio, muchos de los pescadores los utilizan como carnada. Otras son usadas en la manufactura hechas artesanías como piezas decorativas, en ciertos países se dedican exclusivamente al cultivo de los moluscos para la extracción de perlas o en la fabricación de botones.

Algunas especies de moluscos pueden ser utilizadas como indicadoras de ecosistemas marinos y áreas intervenidas, porque existe una relación muy íntima entre las comunidades; tipos de sedimento que son sus hábitat y el medio acuático (Villamar y Cruz, 2007).

El área de estudio está ubicada en la zona de Chanduy, por encontrarse en un área costera cálida, posee una variedad de organismos macrobentónicos en la zona intermareal rocosa, siendo el grupo dominante los moluscos.

Estas comunidades de organismos intermareales son afectadas a los cambios y fenómenos naturales que ocurren en el agua y los fondos marinos como por ejemplo los eventos del “El Niño”, aguajes, oleajes; esto provoca que sean ecosistemas muy variables y que se encuentran en cambios constantes.

Los diferentes organismos de los ecosistemas (arenoso o rocoso) presentan sensibilidad a las alteraciones del hábitat ambiental como las de índole antropogénicas, dando como resultado cambios de abundancia y composición de las especies que se desarrollan en cada zona.

Es importante conocer el número total de las especies y la distribución en una determinada área geográfica para desarrollar programas que nos ayuden a conservar tanto como sea posible nuestra biodiversidad. A pesar de la abundancia y la importancia de los ecosistemas marinos, estos han sido muy poco estudiados en nuestras costas ecuatorianas.

El presente trabajo permite determinar la distribución y abundancia de las diferentes especies de moluscos macrobentónicos presentes en la zona intermareal, donde se pretende complementar una base de datos del macrobentos en nuestras costas ecuatorianas, aportando al mejor conocimiento de los moluscos macrobentónicos intermareales.

No existe un inventario de las especies de moluscos macrobentónicos en Chanduy, aunque hay muchos trabajos en general que enlistan los grupos taxonómicos y destacan su abundancia en localidades o regiones específicas.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Si se habla de moluscos se puede decir, que forman una parte importante dentro de la ecología marina por tal razón la presente investigación se justifica para dar a conocer la distribución y abundancia de los moluscos macrobentónicos de la zona intermareal de Chanduy, y a su vez tiene la finalidad de aportar información que contribuya al conocimiento de estas especies en dicha área de estudio.

También cabe resaltar la importancia del estudio de las comunidades de moluscos macrobentónicas, porque se puede considerar como indicadoras de zonas intervenidas o contaminadas con el fin de tomar medidas de protección y conservación de las especies mediante una evaluación de cambios que pueda sufrir dicho sistema, y a su vez sirva como una guía para futuras investigaciones.

Esta investigación tiene como objetivo determinar cómo se encuentran distribuidas las comunidades existentes en la zona intermareal de Chanduy, logrando establecer su diversidad y abundancia, para que en un futuro se puedan desarrollar programas de conservación de forma sustentable con el manejo y el uso adecuado, y poder mantener el control necesario dentro del ecosistema marino.

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Definir la abundancia y diversidad de las comunidades de moluscos macrobentónicos asociados a la zona intermareal rocosa de Chanduy en la provincia de Santa Elena-Ecuador, empleando índices de diversidad, para determinar la estructura poblacional de las principales especies existentes en la zona de estudio.

#### **5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la abundancia Simpson, diversidad Shannon y la equidad poblacional de comunidades macrobentónicas en la zona intermareal de Chanduy.
- Diferenciar la abundancia y diversidad entre las estaciones de muestreo.
- Relacionar la diversidad y abundancia de acuerdo a la zonificación, para conocer el estado ecológico de la zona intermareal en las diferentes zonas de Chanduy.
- Contribuir con una base de datos de los moluscos macrobentónicos en litoral rocoso de Chanduy.

## **6. HIPÓTESIS**

La biodiversidad de las comunidades de moluscos macrobentónicos en la zona intermareal rocosa de Chanduy, presenta diferencias significativas en abundancia y diversidad de especies en función al ambiente de cada estación.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1 COMUNIDADES DE MOLUSCOS MACROBENTÓNICOS**

#### **7.1.1 MOLUSCOS MACROBENTÓNICOS EN EL ECUADOR**

El Ecuador presenta gran variedad de sistemas en la zona intermareal y submareal, relacionados principalmente con la geomorfología de la costa y el fondo marino. Estos sistemas soportan una compleja interacción entre los ambientes marinos, de agua dulce y terrestre, y proporcionan hábitats para una gran diversidad de organismos marinos – costeros, que principalmente dependen de las variaciones geomorfológicas para su reclutamiento en un determinado hábitat (PMRC, 1993).

Una clasificación de sistemas marinos, basada en los principales elementos faunísticos, tampoco es conveniente para los sistemas submareales, a diferencia de los sistemas intermareales y terrestres, no son tan fáciles de acceder para una rápida y precisa caracterización de la biota.

La zona intermareal es el área de las mareas altas y bajas, y es la única que se encuentra expuesta al aire. La franja que va desde las dunas litorales a la zona submareal es una zona variable en extensión (desde unos pocos metros hasta cientos de metros) donde existe un gran intercambio de materiales (arena, agua subterránea, spray marino y materia orgánica viva y muerta) en ambos sentidos (Brown y McLachlan, 1990).

El sistema climático está definido por la interacción entre la atmósfera y el océano, no pudiendo explicarse el cambio climático sin la intervención del océano. A su vez, el océano es alterado por los cambios en los regímenes de vientos, la temperatura, la precipitación o los aportes continentales y la evaporación. Se han detectado incrementos de temperatura en todas las costas españolas, así como cambio en la estacionalidad e intensidad de algunos procesos oceánicos, como los afloramientos.

Hay indicios que el cambio del clima oceánico se está acelerando en los últimos años. El cambio climático también afectará a los intercambios de gases de efecto invernadero entre la atmósfera y el océano, y reduciendo la solubilidad del dióxido de carbono.

Los moluscos corresponden a uno de los grupos más numerosos de invertebrados más diversos del reino animal después de los artrópodos, con más de 100.000 a 200.000 especies descritas a nivel mundial (Margulis & Schwarz, 1988). A pesar de la gran diversidad de ecosistemas y especies que tienen los mares, la mayoría de la información sobre la diversidad de especies marinas y costeras del Ecuador, corresponde únicamente al plancton y a los recursos marinos pesqueros (Ministerio del Ambiente et al., 2001 y Majluf, 2002).

A lo largo de la costa ecuatoriana se ha obtenido información de que existe la presencia de unas 1400 especies (Keen, 1971), pero existe la probabilidad que el

número de especies haya aumentado a 1800 y se debe a nuevas investigaciones que se encargan de registrarlos.

### **7.1.2 DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS COMUNIDADES DE LOS MOLUSCOS MACROBENTÓNICOS**

Como parte de este trabajo se presenta una contribución al conocimiento de los moluscos macrobentónicos intermareales de Chanduy, donde han empleado para la delimitación de las zonas del litoral por sus hábitos de vida. Todos los organismos que viven en este sistema están sujetos a diferentes factores bióticos y abióticos como es el ser humano y factores de temperatura, salinidad, pH, las olas, depredación, etc.

La distribución de los organismos, con relación a los parámetros ambientales prepondera en la zona intermareal. Existen reportes de especies que pueden vivir en la zona infralitoral como se da en el caso de *Petrícola parallela*, la misma que se la puede encontrar entre los 14 a 18 m de profundidad con lo que respecta al Golfo de Guayaquil. (Cruz, 1992).

Existen reportes a nivel regional y a nivel de género donde se dan a conocer, los perforadores de rocas, pero nunca se menciona en la distribución para el Ecuador, (Eugene, 1998).

En ciertos documento publicados se dice que la especie *Petrícola denticulata* no es mencionada en la distribución de la zona Litoral, ya que solo fue observada en

Salinas, Chanduy es una de las más abundantes de moluscos pertenecientes a la clase bivalvos.

La mayoría de los reportes son ocasionales y aislados, por esa razón es de mucha importancia dar a conocer las especies y cuál es el rol que están cumpliendo a lo largo de la costa Ecuatoriana, se necesita reunir la suficiente información y utilizarla de la manera más adecuada.

### **7.1.3 COMPONENTE BIÓTICO**

En la zona Chanduy se observa una gran cantidad de especies marinas entre ellas las más comunes son los moluscos. Las especies que fueron identificadas en este trabajo predominan, especialmente en las zonas rocosas intermareales que son por lo general, animales fijos o sésiles y se alimentan del plancton o detritos.

Algunas de las especies estudiadas poseen formas de vida que hacen una relación con el sustrato y son las perforadoras como los bivalvos de la familia Carditiidae que se protegen de los depredadores, dándose solo a notar una de sus extremidades de los sifones que le sirve para su alimentación, y otras incrustantes donde se adhieren a las rocas mediante sus valvas y crecen, entre ellos tenemos las lapas y ostras, y no pueden faltar aquellos organismos que se encuentran sujetos en el sustrato o en las grietas mediante un biso como los mejillones (Bayard y Mc. Connaughey, 1974)

En toda el área de estudio, se encontró un gran número de especies pisoteadas por los pescadores, debido a que caminan para comercializar o arreglar sus embarcaciones.

#### **7.1.4 IMPORTANCIA BIOECOLÓGICA DE LAS COMUNIDADES MALACOLÓGICAS**

Nuestras costas Ecuatorianas poseen una extensión de 1100 km, a esto se deriva una diversidad de hábitats como son las playas, bajos, acantilados, estuarios y arrecifes, donde podemos encontrar una diversidad de organismos como moluscos, crustáceos y equinodermos ya que son de mucha importancia ecológica porque interactúan con el medio marino.

Algunas especies son consideradas como bioindicadores a impactos ambientales, y algunos organismos de la macrofauna se los utiliza para verificar cual es el grado de salud ambiental, y esto se debe a que hay organismos que son sedentarios y ponen a la vista los grados de tolerancia a los cambios climáticos o contaminaciones por materia orgánica, suelen ser muy sensibles a los cambios que ocurren en el sustrato.

Todos los organismos que se encuentran asociados a la zona intermareal, organizados estructural y funcionalmente con base en gradientes de enriquecimiento orgánico siendo la disponibilidad de alimento el principal factor

que condiciona la composición y abundancia faunística de las especies (Villamar y Cruz, 2007).

## **7.2 COMUNIDADES DEL PHYLLUM MOLLUSCA**

### **7.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PHYLLUM**

El Phylum mollusca posee 128000 especies y 35000 fósiles, es el segundo de todos los phylum. Especies más conocidas tales como ostras, churos, almejas, mejillones, pulpos, calamares, caracoles, babosas, lapas, diente de elefante y chitones.

El nombre al que se deriva "molusco" enfatiza a una de sus características, la forma de su cuerpo que es "blando". La gran parte de los moluscos tienen una larva trocófora que es similar a la larva de los anélidos marinos. Los órganos se encuentran desarrollados.

El intercambio de gases es a través de los ctenidios que son órganos que permiten su respiración, también se las conoce como branquias o pulmones, las cuales tienen forma de peine.

Las especies que pertenecen a este phylum, en el sistema circulatorio tienen un solo corazón con tres cámaras, las cuales se encargan de bombear a los vasos y senos sanguíneos por su sistema abierto.

El sistema respiratorio de los moluscos puede alcanzar tamaños grandes como es el caso de los cefalópodos que son los más grandes del grupo, que presentan el sistema cerrado.

Algunos constan de una cabeza, pie muscular y un cuerpo, muchos de ellos tienen un manto carnosos que va a cubrir al cuerpo, y en algunos casos las separa una concha o caparazón, para cada uno de los diferentes organismos esta concha va a cumplir diferentes funciones. Las características que diferencian este phylum son poseer rádula y el pie.

En los moluscos se encuentran desarrollados el gusto, olfato y la vista, en este caso el ojo evolucionó, en cambio en los cefalópodos el ojo es similar a los vertebrados, el mismo que se origina del derivado tegumentario, y en los vertebrados se produce del encéfalo.

Los moluscos poseen simetría bilateral y en algunas ocasiones asimetría; la cabeza se encuentra definida. En la pared ventral del cuerpo de los moluscos se forma un pie muscular, la pared dorsal del cuerpo se forma el manto, que es donde se encuentran los pulmones o branquias.

El epitelio del cuerpo es ciliado a veces, con glándulas mucosas al rededor y las terminaciones nerviosas con un área sensorial. El área del celoma está limitado para rodear al corazón y gran parte de los riñones.

La alimentación puede variar pueden se carnívoros, herbívoros o filtradores. Usan un órgano raspador llamado rádula formado por una hilera de dientes; el ano se encuentra en la cavidad del manto y es ahí donde va a evacuar.

En la cavidad pericárdica existen uno o dos metanefridios (riñones) se van a encontrar abiertos, van a desembocar en la cavidad del manto.

Un pares de ganglios pleurales ubicados en el sistema nervioso, y ganglios centralizados en uno de los anillos nervioso los cefalópodos y gasterópodos.

Entre los moluscos hay especies que pueden ser monoicos o dioicos. Con una segmentación en forma espiral. Esta larva es primitiva denominada trocófora, algunas con larva velíger y otros desarrollos directos.

#### **CLASES:**

- Clase Monoplacophora
- Clase Polyplacophora
- Clase Aplacophora
- Clase Gasterópoda
- Clase Bivalvia
- Clase Scaphopoda
- Clase Cephalópoda
- Clase Caudofoveata

Fuente: Ruppert E, Barnes R.1996).

## **7.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CLASES DEL PHYLLUM**

### **MOLLUSCA**

#### **7.2.2.1 CLASE CAUDOFOVEATA (Chaetodermomorpha)**

Los organismos de esta clase son marinos, alargados, con un tamaño promedio entre 2 y 140 mm de longitud. Su característica principal es que son fosores es decir, excavan en fondos blandos. Se alimentan de microorganismos o animales pequeños y detritos. Esta clase no posee concha, sus cuerpos están cubiertos de espículas o pequeñas placas calcáreas excepto en el escudo pedio oral, ya que es un órgano que puede estar asociado en la selección y succión del alimento.

Es un grupo pequeño con unas 70 especies; sin embargo, por sus características pueden estar vinculados con moluscos ancestrales que de cualquier grupo viviente. Viven en la zona infralitoral 10 hasta 7000 m de profundidad, son depredados por poliquetos, nemertinos y otros carnívoros similares.

#### **7.2.2.2 CLASE SOLENOGASTRES (Aplacophora - Neomeniomorpha)**

Esta clase tiene organismos que son veriformes, no poseen concha, están cubiertos con una cutícula quitinosa, tiene espinas o espículas calcáreas en el tegumento, la es cabeza reducida y no tiene nefridios. Carecen de branquias y rádula (pueden existir estructuras respiratorias que las sustituyan).

El pie está formado por un angosto surco medio ventral. La fecundación es cruzada, por lo que son hermafroditas y los gametos surgen de la cavidad paleal hasta los gonoductos mediante de la cavidad pericárdica. La endolarva produce una proteína llamada vitelo y se alimenta de este, y la larva trocófora se alimenta exclusivamente de plancton para ciertas especies.

Los solenogastres son cavadores, y viven libres sobre el fondo y en muchos casos suelen vivir sobre los cnidarios y a su vez le sirven de alimento. Se consideran un grupo pequeño, con cerca de 250-280 especies, agrupadas en 4 órdenes de acuerdo a la cobertura del manto, todas estas especies son epibentónicas marinas y viven de 5 – 6850 m.

### **7.2.2.3 CLASE MONOPLACÓFORO (Tryblidia)**

La concha tiene una forma cónica, aplanada y bilateralmente simétrica de 1,5 a 37mm. En la cabeza posee dos pares de apéndices, la cavidad del manto peripedal con 5 o 6 pares de branquias modificadas, y con 5 o 6 pares de órganos excretores, dos pares de gónadas y corazón con dos pares de aurículas.

Tienen 12 a 15 especies todas son marinas y se las localiza de 175 – 6500 m de profundidad, solo tienen en una familia. Con una rádula en la boca y su alimentación es filtradora de detritos. Muchas veces se las confunden con las lapas.

#### **7.2.2.4 CLASE POLIPLACÓFORO**

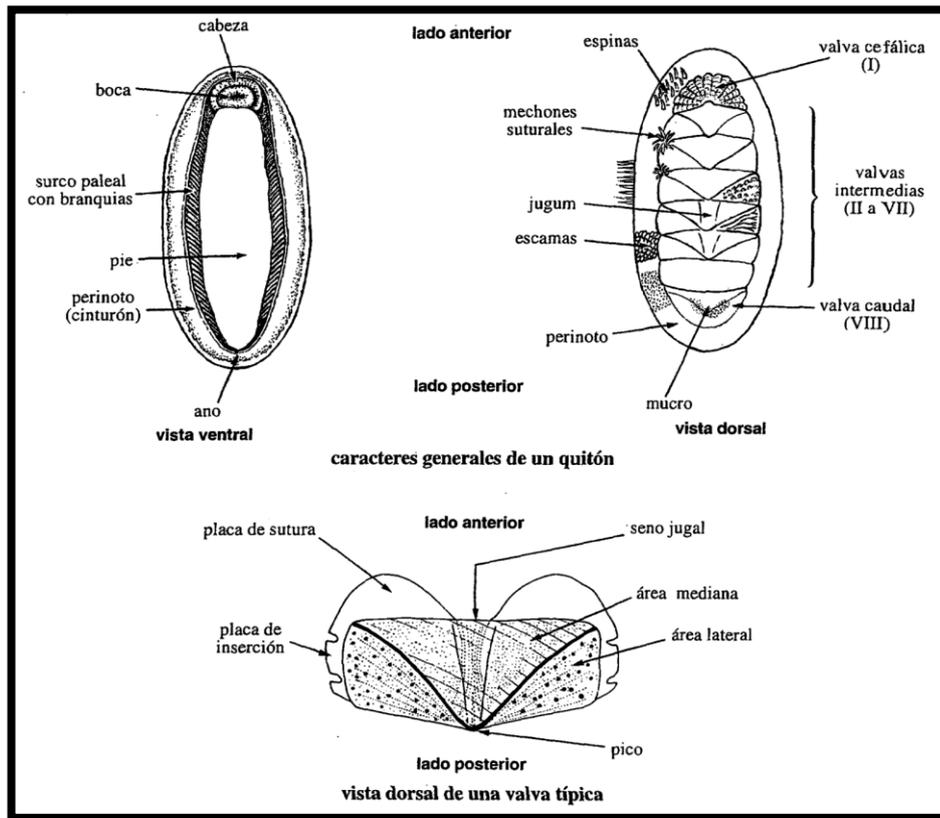
Los poliplacóforos son moluscos primitivos de pequeño tamaño, de ahí que sean menos conocidos. Por su semejanza con éstas, se les denomina cochinillas de mar (aunque no tienen nada que ver con los crustáceos).

La característica principal es porque posee una concha formada por ocho placas articuladas entre si y les permite doblarse, formando una pelotita protegida por sus placas cuando se sienten amenazados.

Viven en sustratos rocosos como la zona intermareal, semejante a las lapas. Se la encuentran bajo las rocas.

Su alimento principal son las algas, que se encuentran adheridas en las rocas.

Existen unas 600 especies aproximadamente. (Figura 1)



**Figura 1.** Características de Los chitones. (Guía de la FAO).

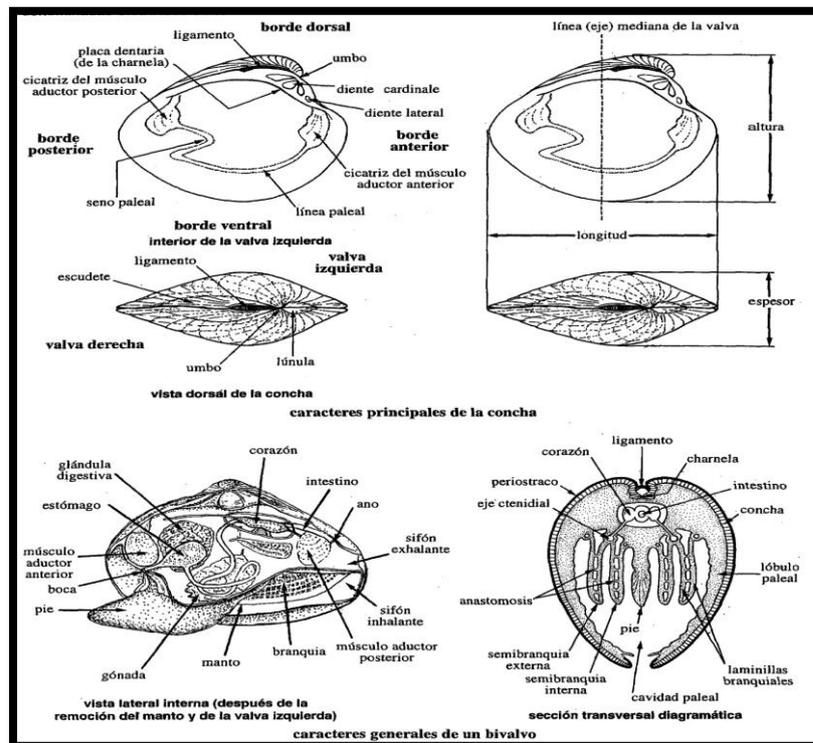
### 1.2.2.5 CLASE BIVALVO (lamelibránquios o pelecípodos)

Los bivalvos son moluscos acuáticos sean estos marinos o de agua dulce. El nombre de bivalvos deriva de la característica principal: tienen dos valvas unidas entre sí y articuladas mediante una charnela. Las valvas tienen diferentes formas: alargada, redondeada, irregular y triangular, etc.

En esta clase no poseen cabeza y por tanto tienen unos órganos sensoriales muy poco desarrollados. Las valvas están cerradas mediante dos poderosos músculos aductores el anterior y el posterior (Figura 2). En frecuentes ocasiones el anterior

se atrofia y únicamente existe el posterior (ejemplo el mejillón). Ejemplos de bivalvos son:

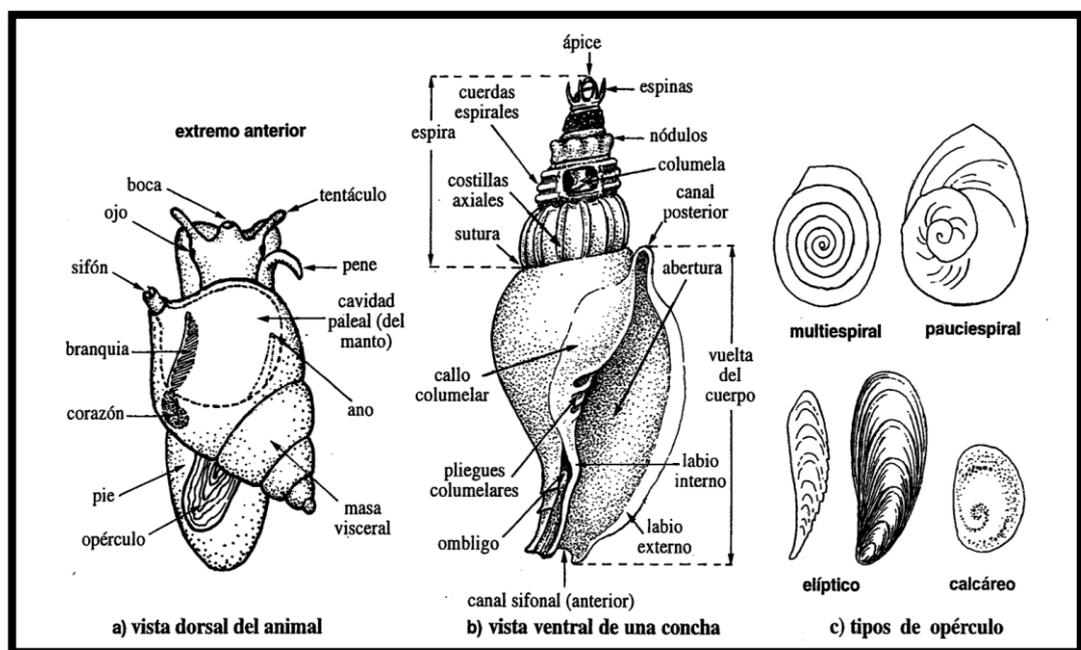
- Agua dulce: almeja o mejillón de río.
- Agua de mar: mejillón, ostra, almeja, navaja, berberecho



**Figura 2.** Características de la concha. (Guía de la FAO).

### 7.2.2.6 CLASE GASTERÓPODOS (Gastrópoda)

Los gasterópodos son el grupo más numeroso y más variado 100.000 especies aproximadamente. Su principal característica es que poseen una concha, que generalmente esta enrollada en una espira, aunque existen excepciones. (Figura 3)



**Figura 3.** Características de los gasterópodos. (Guía de la FAO).

Las excepciones que podemos recalcar están:

- Las lapas tienen forma de sombrero chino (no está enrollada)
- Las babosas (terrestres y marinas) y las liebres marinas no poseen concha o en algunos casos las tienen muy reducida.

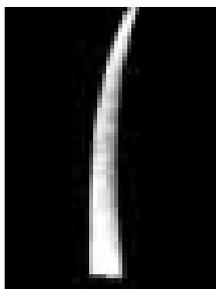
En la cabeza están los ojos y tentáculos. Normalmente reptan, es decir se arrastran por los movimientos del pie y el mucus que produce una glándula.

#### **7.2.2.7 CLASE ESCAFÓPODO (Solenococoncha)**

A esta clase se la llama "colmillos de elefante" por la característica de su concha, que es parecida a la forma de los colmillos de los elefantes. (Figura 4)

Son pequeños y viven enterrados en el fondo del mar y son difíciles de encontrar.

Se conocen aproximadamente unas 350 especies.



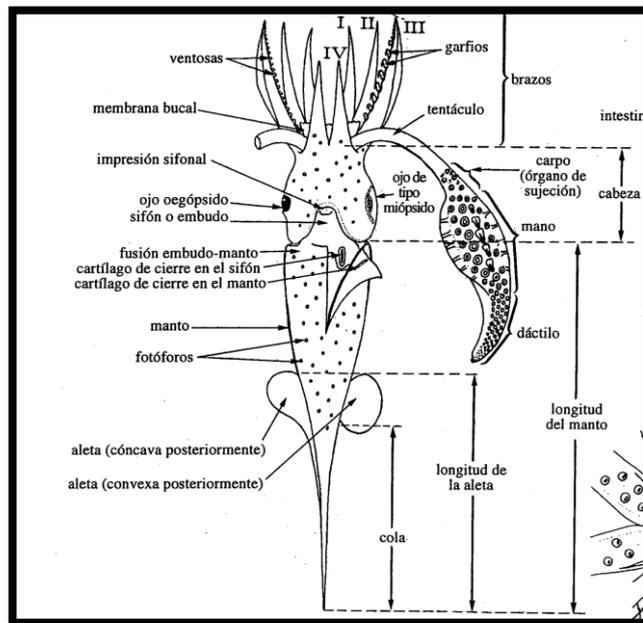
**Figura 4.** Diente de elefante. (Daniel Oscar Forcelli; Moluscos magallánicos).

#### **7.2.2.8 CLASE CEPHALOPODA (Siphonopoda)**

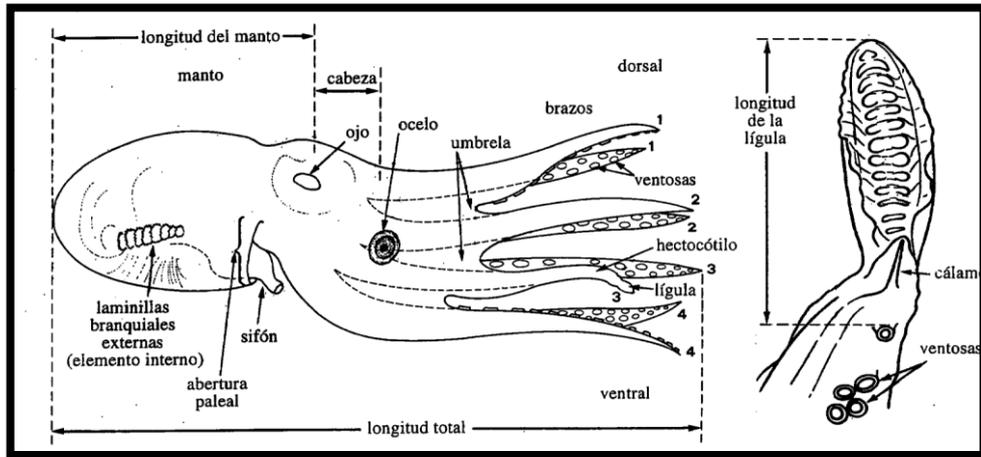
Los cefalópodos (del griego cefa *kephalé* = cabeza y podós = pie, pies en la cabeza), incluyen los pulpos, calamares, nautilus, y sepias, el tamaño de esta clase va de 1 cm a 18 m, se distinguen por los brazos o tentáculos que rodean a la boca entre 8 -

10 o 90, (Figura 5 y 6). Existen unas 600 especies recientes y más de 1000 fósiles, todas marinas, viven en profundidades que va de 0 – 4 500 m.

El pie se encuentra transformado, se localiza en la región de la cabeza, dando forma de embudo para expulsar el agua de la cavidad del manto. El borde anterior de la cabeza se transforma en un círculo o corona de brazos o tentáculos. Todas las especies de esta clase son marinos y son depredadores activos.



**Figura 5.** Características importantes de un teutoideo. (Guía de la FAO).

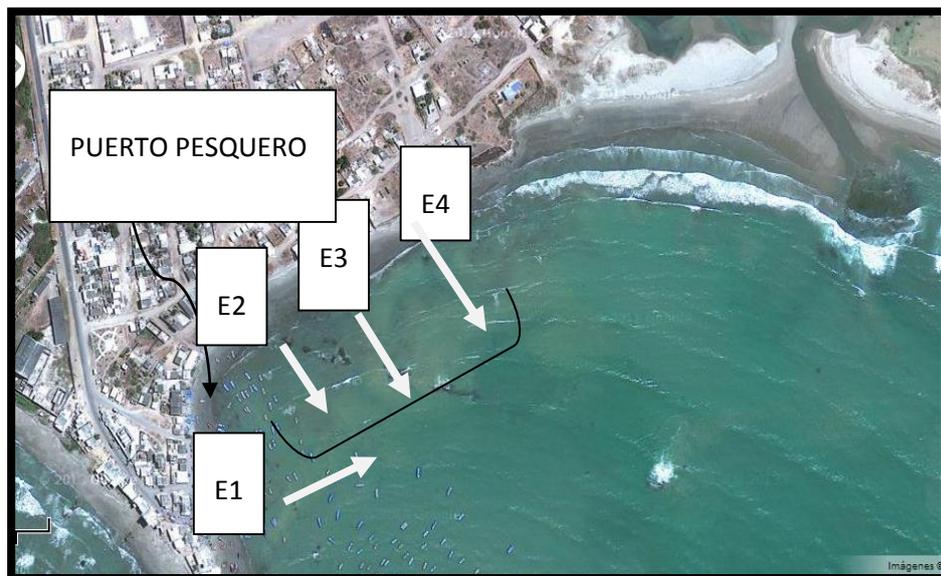


**Figura 6.** Características importantes de un octópodo. (Guía de la FAO).

## 8. MARCO METODOLÓGICO

### 8.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y DESCRIPCIÓN DE LA PLAYA

El área de estudio está ubicada en la parroquia Chanduy, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena, República del Ecuador, cuya ubicación geográfica es la siguiente (Figura 7).



**Figura 7.** Área de estudio de la playa de Chanduy

Límites: Al Norte con la Parroquia Atahualpa, Al Sur con la Provincia del Guayas, al Este con la Parroquia Julio Moreno y al Oeste con el Océano Pacífico.

Extensión: 865.73 Km.2

Clima: Cálidos y variado

Población: 20.000 habitantes

Se adquirió datos recopilados de las actividades a la que se dedican los habitantes, ellos dependen de la agricultura, ganadería y en su mayor parte de la pesca, sea está artesanal o industrial cuya concentración está en su mayor parte en la Comuna Puerto Pesquero de Chanduy como también en la Comuna El Real. Con respecto a la agricultura y la ganadería estos se desarrollan en las Comunas de Bajada, San Rafael, Tugaduaja y Bajada de Chanduy.

Esta parroquia posee una playa rocosa con un acantilado en su orilla, en la bajamar la zona pedregosa inferior del acantilado queda descubierta dejando expuesto a los organismos a estudiar.

Es casi imposible concebir la historia de Chanduy (provincia de Santa Elena) sin referirse a su puerto, pues a este ha subordinado su vida el 95 por ciento de sus habitantes, todos ellos marcados a sol y viento desde tiempos inmemoriales.

### 8.1.1 ESTACIONES

Se tomó las coordenadas UTM para cada una de las estaciones. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Coordenadas de las estaciones

ESTACIONES	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	541134	9733769
2	543174	9734190
3	547254	9734302
4	550313	9734364

### 8.1.2 CLIMA

La situación geográfica en donde está ubicado el área de estudio determina que el clima de Chanduy es cálido, posee gran cantidad de actividades y belleza natural inigualable y puerto de gran importancia comercial de la provincia, la Playa de Chanduy ha cautivado a todo aquel que ha visitado este paraíso de la costa ecuatoriana con un destino vibrante y en constante crecimiento con una historia y diversidad variada.

Durante la época seca o no lluviosa que comprende los meses de Mayo a Diciembre, hay una influencia de aguas frías del ecosistema de Humboldt, que vienen desde el sur del país y la temperatura superficial del mar puede variar entre los 21°C a 25°C, aproximadamente y durante la época lluviosa que puede iniciarse a fines de Diciembre hasta abril aproximadamente, la Bahía de Santa Elena recibe aguas cálidas costeras proveniente del norte y la temperatura puede variar entre los 25° C a 28°C aproximadamente. (Cruz, 2006-2007)

Hay una zona de mezcla de estas dos corrientes: cálida del norte y fría del sur, formando el Frente Ecuatorial, que se localiza en la zona media del país, es una barrera ecológica donde se encuentra una gran diversidad de organismos. Por la gran variedad de ecosistemas, el conocer la distribución de las especies es una necesidad para el país y el mundo. (Cruz y Mair, 2009).

*Houvenaghel y Houvenaghel 1982*, considera que la razón para que el nivel medio a superior de la zona intermareal tenga poblaciones escasas, debido que el sustrato rocoso, absorbe el calor del sol, calentándose hasta unos 45 grados centígrados aproximadamente, haciendo el sustrato poco hospitalario para muchos organismos, que necesitan mantener la humedad o la influencia del agua para poder sobrevivir.

## **8.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **8.2.1 EQUIPOS**

- Salinómetro “Boeco”
- Termómetro “Boeco”
- Equipo para determinar pH digital
- Cámara fotográfica digital Canon de 8 megapíxeles
- Computadora HP 14
- GPS Sport Trak Magallan (UTM)
- Estereoscopio “Boeco”

### **8.2.2 MATERIALES DE LABORATORIO**

#### **Substancias**

- Etanol
- Formol

- Agua destilada
- Agua común
- Jabón líquido

### **Accesorios**

- 1 Pipeta de 10 ml
- 1 Pipeteador de 10ml
- 2 Chupones
- 1 Beaker de 800ml
- 3 Mascarillas
- 5 Pares de Guantes
- 7 Cajas petrí
- 1 Equipo de disección

### **8.2.3 MATERIALES DE CAMPO**

- Cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>
- 1 Pinza
- 1 Martillo
- 1 Cincel
- 1 Flexómetro de 10 metros
- 1 Libreta de apuntes
- 1 Esferográfico

- 1 Lupa
- Frascos de plástico
- Etiquetas de identificación
- Fundas plásticas
- 1 navaja
- Espátula

### **8.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA**

La investigación corresponde a un estudio cualitativo y cuantitativo porque se basa fundamentalmente en la observación (campo) y descripción (laboratorio), y da a conocer la distribución y abundancia. Previo al trabajo de campo se realiza una revisión bibliográfica, basándonos en registros, libros y publicaciones científicas. Además se analiza y se integran los listados de especies y la información obtenida en todos los trabajos de investigación y tesis realizados anteriormente en la península de Santa Elena.

La identificación y recolecta de los moluscos macrobentónicos se realizó durante las hora de bajamar. Solamente se recolectaron muestras vivas de moluscos macroscópicos asociados a la zona intermareal.

### **8.3.1 FASE DE CAMPO**

#### **8.3.1.1 SITIO DE ESTUDIO**

El estudio se realizó en la zona rocosa intermareal de “Chanduy”, cada salida se efectuó dos veces al mes durante la bajamar, Agosto a Enero del 2015. Para el estudio se utilizó cuadrantes de 1m x 1m en toda el área, contruidos con tubos de pvc 1 pulgada.

Se seleccionó 4 estaciones expuestas directamente al oleaje, se trazó 3 transeptos perpendiculares a la línea de la costa. En cada una se extrajeron muestras de la zona alta, media y baja; se incluyen todas las especies encontradas en las grietas, superficie y las perforadoras.

En cada transepto se colocó los cuadrantes y todos los organismos son colectados cuidadosamente, cada uno de ellos fue fotografiado, en cada cuadrante se anota el número de organismo, todas las muestras se fijan para luego ser trasladadas al laboratorio y luego determinar su clasificación taxonómica.

Los muestreos se llevaron siempre durante el día principalmente durante las horas de bajamar. Para coordinar las fechas y horas de recolecta, se consultó con las tablas de marea del INOCAR (accesible en internet).

### **8.3.1.2 ESTUDIOS DE ZONACIÓN**

En cada estudio siempre existen variables y una de las más notables es la altura de la playa con relación al nivel de las mareas (oleaje) y esto hace que influya en la distribución y abundancia de las especies. Por tal razón hay que asegurarse que las estaciones se establezcan en forma ascendente o descendente de acuerdo a la altitud de la marea.

Estos gradientes ambientales forman diferentes micros hábitats en la zona intermareal como grietas, sitios sombríos, pozas y rocas sueltas.

Es conveniente seleccionar playas que no estén intervenidas con relación a la inclinación hacia el mar, porque puede existir la probabilidad de que los organismos se trasladen de un lugar a otro por medio de los oleajes. Las playas con rocas sueltas tienden a ser inestables y difíciles de muestrear, especialmente si las rocas son pequeñas.

### **8.3.1.3 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS.**

En cada una de los transeptos se empleó como unidad de muestreo el m<sup>2</sup>. Las muestras fueron tomadas a mano de las rocas expuestas y otras fueron extraídas con

ayuda de una espátula o cincel, por tal razón cada colecta efectuada va a depender únicamente del tipo de hábitat.

En cada frasco se incluye una etiqueta con los siguientes datos; número de colecta, número de estación, fecha y hora de recolecta y nombre del colector. La identificación y colección contiene los datos básicos correspondientes a todos los registros (previos + nuevos) de los moluscos recolectados en el área de estudio.

#### **8.3.1.4 MÉTODO DE TRANSEPTOS.**

##### **Pasos:**

- Cada estación se utilizó pintura con la que se marcó cada punto y se utilizó una estaca como medio de referencia de ubicación.
- Cada muestreo se lo realiza mínimo dos horas antes de todo el límite de la bajamar iniciando desde los niveles más bajos de la marea hasta el término más alto de marea.
- Se determinó datos de temperatura, salinidad y pH, por cada salida.

- En cada una de las estaciones se determinó 1 transepto de forma lineal, y se extendió desde el punto más alto de la pleamar hasta el punto más bajo de la bajamar.
- En cada transepto se colocó 1 cuadrante de 1 m<sup>2</sup>.
- Dentro de cada cuadrante se realizó el conteo del número de organismo de cada especie presente.
- Los organismos encontrados se fotografiaron y luego se colectaron en frascos plásticos y etiquetados donde constan la fecha, hora, número de estación, clase.
- Luego las muestras se preservaron y transportaron hasta el laboratorio de Ciencias del Mar (UPSE), para la identificación correspondiente.

### **8.3.2 FASE DE LABORATORIO**

- En el laboratorio se procedió a preparar las soluciones correspondientes.
- Con ayuda de un estereoscopio, los organismos se separaron dependiendo su taxón.

- La identificación taxonómica se realizó minuciosamente utilizando claves especializadas para los diferentes organismos (Manual de campo de invertebrados bentónicos marinos; James Mair, Cruz Padilla M. 2004; entre otros libros).
- Se efectuó los cálculos de abundancia, para dejar un marco referencial que servirá como guía investigativa de fácil y rápida localización, sobre los moluscos macrobentónicos intermareales existentes en la zona de Chanduy.

#### **8.4 METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA NARCOTIZACIÓN, FIJACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LOS ORGANISMOS COLECTADOS.**

##### **PHYLLUM MOLLUSCA**

##### **CLASE BIVALVA**

##### **NARCOTIZACIÓN: Etanol al 70%. Smaldon & Lee (1979)**

- Colocar los organismos en bandejas con agua de mar, para que abran sus valvas y empiecen a sifonear.
- Agregar 5 gotas de etanol al 70% al agua de mar.
- Este proceso se lo repite cada hora hasta que las valvas estén abierta.

- El tiempo es 6-12 horas máximo, dependiendo de las especies.

## **FIJACIÓN**

### **Formol al 10%. Holguín & González (1989)**

- Adicionamos de 5 a 10 ml de formol al 10 %.
- Las muestras pueden permanecer entre 3 a 5 días máximo en esta solución.

## **PRESERVACIÓN**

### **Etanol al 70%. Holguín & González (1989)**

- Organismos se los enjuaga con abundante agua potable.
- Colocarlos en frascos limpios previamente enjuagados con abundante agua destilada.
- Y por último añadimos 50 ml de etanol al 70 %.

## **CLASE GASTERÓPODA**

### **NARCOTIZACIÓN**

#### **Etanol al 10 %. Smaldon& Lee (1979)**

- Las muestras se colocan en recipiente con bastante agua de mar, hasta quedar cubiertos.
- Añadir 50 ml de etanol al 10% al agua de mar.
- Luego se realizó la prueba de tacto-reacción, al pie del animal. Si no se retrae se procede a fijar.
- Este proceso puede demorar.

## **CLASE POLYPLACOPHORA**

### **NARCOTIZACIÓN**

#### **Etanol al 10 % Smaldon& Lee (1979)**

- Colocar a los chitones en un recipiente y agregar agua de mar hasta cubrirlos.
- Agregar de 5 a 6 gotas de etanol al 10 % al agua de mar.

- Observamos constantemente los organismos. Si estos responden al tacto, volvemos agregar de 4 a 5 gotas adicionales si es necesario.
- Puede durar 30 minutos a 1 hora.

## **FIJACIÓN**

### **Formol al 10% Holguín & González (1989)**

- Cuando los chitones estén narcotizado, agregamos 8 ml de formol al 10 %.
- Las muestras pueden permanecer en esta solución de 3 a 4 días máximo.

## **PRESERVACIÓN**

### **Etanol al 70% Holguín & González (1989)**

- Lavar los chitones en agua de la llave.
- Depositar los organismos en frascos previamente enjuagados en agua destilada.
- Agregar finalmente 50 ml de etanol al 70%.

## 8.5 CÁLCULO PORCENTUAL DE LAS CLASES

Todos los resultados para determinar la diversidad de las especies se usa el siguiente cálculo porcentual.

$$\% = \frac{\# \text{ población de especies por clases población} \times 100}{\text{Total población}}$$

## 8.6 TABLAS DE FRECUENCIAS

Para el proceso del análisis de los resultados empleamos la tabla de frecuencia tipo II esto se usa cuando el tamaño de la muestra es grande y el rango de la variable es pequeño (ESPOL, ICM. 2006), se determinó la continuidad de cómo se encuentran los individuos de la zona.

## 8.7 ÍNDICE DE SHANNON.

El **índice de Shannon** se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2

se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

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

Donde:

- $S$ – número de especies (la riqueza de especies)
- $p_i$ – proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos  
(es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):  $\frac{n_i}{N}$
- $n_i$ – número de individuos de la especie  $i$
- $N$ – número de todos los individuos de todas las especies

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

## **8.8 ÍNDICES DE EQUITABILIDAD**

Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia, el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero, a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son abundantes. Hurlbert (1971) destacó que todos los índices de equitabilidad mantendrían esta propiedad si son expresados como:

$$J' = \frac{H'}{H' \text{ max}}$$

## **8.9 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON**

Este índice se lo conoce diversidad de especies o dominancia, nos permite medir la riqueza de organismos. Los ecologistas lo usan para cuantificar la biodiversidad de un hábitat determinado. Escoge un grupo determinado de especies, presentes en un medio y la abundancia relativa de la población.

El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Edward H. Simpson (1949)

$$D = \frac{\sum (n_i(n_i - 1))}{(N(N - 1))} \quad R = \frac{1}{D}$$

Donde:

$n_i$  = Número de individuos por especie.

$N$  = Número total de individuos.

R = Riqueza.

## 9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 9.1 RESULTADOS

Durante los muestreos realizados en la zona de Chanduy se logró identificar 19 especies pertenecientes al phylum mollusca del cual tenemos 4 clases que son: bivalvos, gasterópodos, poliplacóforos y escafópodos.

De la clase bivalvia se identificó, 2 ordenes, 4 familias y 5 especies: Orden Veneroidea, Familia: Carditidae (*Cardita affinis*, *Cardita radiata*); Familia Chamidae (*Pseuchama corrugata*), Familia Petricolidae (*Petricola denticulata*); y Orden mytiloidea, Familia Mytilidae (*Brachidontes adamsianus*).

En la identificación de la clase gasterópodo se encontró 4 órdenes, 8 familias y 12 especies: Orden Neogastropoda, Familia Thaididae (*Thais (Vasula) melones*, *Acanthina brevidentata*, *Thais callaoensis*); Orden Caenogastropoda, Familia Cerithiidae (*Cerithium browni*), Familia Calyptraeidae (*Crepidula excavata*, *Crepidula striolata*, *Crepidula incurva*), Familia Columbellidae (*Anachis rugulosa*), Familia Littorinidae (*Nodilittorina modesta*); Orden Basommatophora, Familia Siphonaridae (*Siphonaria maura*); Orden Archaeogastropoda, Familia Fissurellidae (*Fissurella asperella*), Familia Acmaeidae (*Scurria mesoleuca*).

En la clase polyplacophora se identificó 1 orden, 1 familia y 1 especie: Orden Neoloricata, Familia Acanthochitonidae (*Acanthochitona huridiniformis*).

Para la clase escafópoda se identificó 1 familia Dentalidae, 1 especie: *Dentallium sp.*

Todas las especies fueron identificadas con la ayuda de catálogos, guías y claves taxonómicas de moluscos macrobentónicos, a cada una de las especies de esta investigación se estudió las características morfológicas.

## **9.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE MOLUSCOS MACROBENTÓNICOS PRESENTES EN LA ZONA INTERMAEAL DE CHANDUY.**

### **CLASE: BIVALVA**

**Reino:** Amalia

**Phyllum:** mollusca

**Clase:** Bivalvia

**Subclase:** Heterodonta

**Orden:** Veneroida

**Superfamilia:** Carditacea

**Familia:** Cardiitidae

**N.C:** *Carditamera affinis* (Brugiere, 1972)

**N.C:** *Carditamera radiata*

### *Carditamera affinis*

La concha en la parte interna es de color blanco con café, siendo más intenso en el lado posterior, el margen credulado. La característica de su concha es más larga que alta y posee 15 birretes o costillas con radios y con surcos profundos que pueden ser lisos o escamosos hacia el margen posterior (Foto 1).



**Foto 1.** *Carditamera affinis*. Méndez, 2015

### *Carditamera radiata*

A diferencia de la *C. affinis*, esta concha es elongada, rectangular, ancha y alta a la altura del umbo. El borde anterior muy corto y redondeado, el borde posterior es alargado. Este posee aproximadamente 17 costillas radiales similares en toda la concha. Las costillas de la superficie anterior presentan nódulos muy finos. Con lúnula en ambas valvas. La concha tiene un color claro fuerte, manchada con café

o negro, excepto en la superficie posterior. Mide 38mm de longitud y 16mm de diámetro. La relación longitud altura es de 2,1 (Foto 2).



**Foto 2.** *Carditamera radiata*. Méndez, 2015.

**Subclase:** Pteriomorpha

**Orden:** Mytiloida

**Familia:** Mytilidae

**N.C:** *Brachidontes adamsianus* (Dunker, 1857)

### ***Brachidontes adamsianus***

Este Bivalvo es común encontrarlo en las rocas de la zona intermareal en gran número, tiene forma de abanico, cuya escultura presenta ribetes acordonados y con estrías granuladas de color púrpura. Posee márgenes fuertemente crenuladas. El color interno de las valvas es de color morado brillante (Foto 3).



**Foto 3.** *Brachidontes adamsianus*. Méndez, 2015.

**Subclase:** Heterodonta

**Orden:** Veneroida

**Familia:** Petricolidae

**N.C:** *Petricola denticulata* (Sowerby, 1834)

***Petricola denticulata***

La forma de esta concha es ovalada, las valvas son delgadas con escultura concéntrica y se encuentran fuertemente marcada, en forma de pequeñas laminillas en la parte media posterior de la concha. Su margen anterior siempre termina en punta y el posterior termina en forma redondeado. La concha en su parte externa es

de color blanco opaco y en su parte interior es de color café cerca de las impresiones musculares. El borde interno es completamente liso (Foto 4).

**Foto 4.** *Petrícola denticulata*. Méndez, 2015.



**Subclase:** Heterodonta

**Orden:** Veneroida

**Superfamilia:** Chamacea

**Familia:** Chamidae

**N.C:** *Pseuchama corrugata* (Broderip, 1835)

***Pseuchama corrugata***

Tiene una superficie externa muy áspera con espinas blancas muy pequeñas y púrpuras alternadas en la concha. El margen interno es crenulado. Esta concha está fuertemente adherida al sustrato rocoso, en la parte inferior es de color púrpura (Foto 5).



**Foto 5.** *Pseuchama corrugata*. Méndez, 2015.

**CLASE: GASTEROPODA**

**Reino:** Amalia

**Phyllum:** mollusca

**Clase:** Gasteropoda

**Orden:** Neogastrópoda

**Familia:** Thaididae

**Subfamilia:** Thaidinae

N.C: *Thais (Vasula) melones*. (Duclos, 1832)

N.C: *Acanthina brevidentata* (Wood, 1828)

N.C: *Thais callaoensis* Gray, 1828)

### *Thais (Vasula) melones*

Esta especie es muy fácil de reconocer por sus colores, además de tener una concha gruesa y globosa, tiene un color negro sobre el cual se encuentran manchas blancas y amarillas repartidas en toda la concha, presentando una envoltura lisa con líneas espirales poco notorias.

Tiene una abertura y es lustrosa internamente. El labio externo tiene color amarillo y la columbela coloración lila - purpura en todo el área central de la cocha y amarillo en sus extremos. En el canal anterior posee una pequeña muesca Foto 6).



**Foto 6.** *Thais (Vasula) melones*. Méndez, 2015.

***Acanthina brevidentata***

La concha es gruesa de color oscuro gris. Posee nódulos espirales de color blanco y con hilos espirales casi imperceptibles alrededor en toda la concha. La abertura es de color blanco con dientes. El margen del labio externo es negro con liraciones blancas una de ellas este se extiende formando un diente tipo púa de un color blanco (Foto 7).

**Foto 7.** *Acanthina brevidentata*. Méndez, 2015.



***Thais callaoensis***

El opérculo con una cresta marginal interna prominente y lustrosa a lo largo del borde lateral externo. Su núcleo situado más o menos a la mitad de su cresta. Abertura moderadamente grande, algo estrecha posteriormente. Borde externo del labio interno, no crenulado anteriormente.

Columela sin cresta cerca de su centro. Espira bastante baja. Hombro de forma diferente. Concha relativamente pequeña (no mayor de 4 cm), de color claro. Columela aplanada y algo excavada (Foto 8).



**Foto 8.** *Thais callaoensis*. Méndez, 2015.

**Subclase:** Prosobranchia

**Orden:** Caenogastropoda

**Familia:** Columbellidae

**N.C:** *Anachis rugulosa* (Sowerby, 1834)

***Anachis rugulosa***

Gasterópodo muy pequeño de color amarillento con líneas axiales de color verde claro, ligeramente pintadas de color café oscuro y motas blancas, estas motas permanecen en toda la concha. La abertura es de color café claro, el labio externo es grueso con unos dentículos pequeños, esta especie no presenta canal posterior (Foto 9).

**Foto 9.** *Anachis rugulosa*. Méndez, 2015.



**Subclase:** Prosobranchia

**Orden:** Caenogastropoda

**Familia:** Cerithiidae

**N.C:** *Cerithium browni* (Bartsch, 1928)

***Cerithium browni***

Este gasterópodo es de color gris con manchas de color café oscuro y blanco, con una hilera de nódulos justo debajo de las suturas. En la base tiene una hilera adicional de nódulos pequeños color moteado irregularmente. La abertura es redondeada y con un color blanco, con una pequeña muesca en el canal anterior (Foto 10).



**Foto 10.** *Cerithium browni*. Méndez, 2015.

**Subclase:** Prosobranchia

**Orden:** Caenogastropoda

**Familia:** Littorinidae

**N.C:** *Nodilittorina modesta*. (Philippi, 1846)

***Nodilittorina modesta***

Tiene una concha relativamente muy pequeña de forma redondeada y escultura con surcos espirales estrechos con diminutos puntos de color café – rojizo; en el ápice suele estar teñido de otro color, por lo general puede presentar una coloración morado. La abertura de color café – naranja y una banda más clara en la base y otra parte en la parte media (Foto 11).



**Foto 11.** *Nodilittorina modesta*. Méndez, 2015.

**Subclase:** Prosobranchia

**Orden:** Caenogastropoda

**Familia:** Calyptraeidae

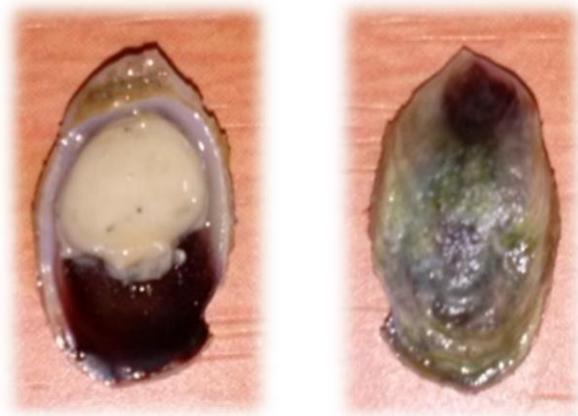
**N.C:** *Crepidula excavata* (Broderip, 1834)

**N.C:** *Crepidula striolata* (Menke, 1851)

**N.C:** *Crepidula incurva* (Broderi, 1834)

***Crepidula excavata***

Tiene forma casi ovalada, el ápice es puntiaguda y doblada hacia abajo. Su color es variable va del café oscuro al blanco con manchas irregulares de color rojizo. La escultura es lisa con líneas radiales irregulares. En la parte interna el septo es de color blanquecino y hundido por debajo del margen de la concha (Foto 12).



**Foto 12.** *Crepidula excavata*. Méndez, 2015.

***Crepidula striolata***

Al igual que las demás tiene forma ovalada y de color blanca, algunas de estas especies presentan estrías radiales sobre la superficie dorsal, y otras especies son lisas. El periostraco es áspero de color amarillo o café cerca del ápice (Foto 13).



**Foto 13.** *Crepidula striolata*. Méndez, 2015.

### ***Crepidula incurva***

Su particularidad es que presenta coloración café oscuro e internamente oscura casi negra con un septo de color blanco. Posee una escultura con estrías solo si está adherida a superficies llanas, y es muy pequeña (Foto 14).



**Foto 14.** *Crepidula incurva*. Méndez, 2015.

**Orden:** Basommatophora

**Familia:** Siphonariidae

**N.C:** *Siphonaria maura*. (Sowerby, 1835)

***Siphonaria maura***

La forma de esta concha es cónica con un ápice subcentral. La superficie externa es de color café oscuro, tiene estrías radiales que están bien marcadas y son de color blanco y otras más finas del mismo color. Con un margen ondulado con puntos blancos. En la parte interna es de color café oscuro brillante, presenta cicatrices musculares que hacia el lado derecho se interrumpen para dar paso a un pequeñísimo surco sifonal (Foto 15).



**Foto 15.** *Siphonaria maura*. Méndez, 2015.

**Subclase:** Prosobranchia

**Orden:** Archaeogastropoda

**Familia:** Fissurellidae

**N.C:** *Fissurella asperella* (Sowerby, 1835)

***Fissurella asperella***

Esta concha es media aplanada y su extremo anterior es más angosto. El orificio medio es oval, alargada y tripartido. En la parte externa presenta una escultura radial con líneas de colores rosado y blanco alternados y con otras líneas hileras de color gris. La parte internamente la concha es de color verde claro, y el callo es de color gris- verdoso. El borde interno es crenulado (Foto 16).



**Foto 16.** *Fissurella asperella*. Méndez, 2015.

**Subclase:** Prosobranchia

**Orden:** Archaeogastropoda

**Familia:** Acmaeidae

**N.C:** *Scurria mesoleuca* (Menke, 1851)

***Scurria mesoleuca***

La parte interna de color azul-verdoso y en el centro una mancha de color café. Presenta finas estrías radiales y la coloración puede variar, unas poseen rayas blancas que se encuentran extendidas a los extremos de la concha y otras poseen largas áreas moteadas de color blanco. Presenta un cordón branquial muy importante para determinar el género (Foto 17).



**Foto 17.** *Scurria mesoleuca*. Méndez, 2015.

**CLASE: POLYPLACOPHORA**

**Reino:** Amalia

**Phyllum:** Mollusca

**Clase:** Polyplacophora

**Orden:** Neoloricata

**Familia:** Acanthochitonidae

**N.C:** *Acanthochitona huridiniformis* (Sowerby, 1832)

***Acanthochitona huridiniformis***

Posee valvas arqueadas y su color es oscuro. En toda el área central las valvas son granuladas y estriada en toda la parte lateral. El cinturón de esta especie es muy amplio y está protegido de espículas pequeñas dando una apariencia aterciopelada, conserva unos mechones espinosos que le servirán para su defensa (Foto 18).



**Foto 18.** *Acanthochitona huridiniformi*. Méndez, 2015.

## CLASE: SCAPHOPODA

**Reino:** Amalia

**Phyllum:** mollusca

**Clase:** Scaphopoda

**Familia:** Dentalidae

**N.C:** *Dentallium sp.* (Sowerby, 1835)

### *Dentalium sp.*

Toma su nombre común porque su característica es similar al colmillo de elefante. En la superficie del tubo esta esculpida con cuatro u ocho hilos que se encuentran de forma longitudinal en la parte media de la concha y no se pueden ver a simple vista, el tercio anterior es liso (Foto 19).



**Foto 19.** *Dentalium sp.* Méndez, 2015.

### 9.3 PARÁMETROS AMBIENTALES

#### TEMPERATURA

En los meses de estudio se presentó variabilidad durante Agosto y Enero, en Octubre un valor de 23,4 siendo la más baja y un incremento para el mes de Enero con un valor de 26,5 y obteniendo una temperatura media de 25,00. (Tabla 2)

**Tabla 2.** Datos de temperatura del mar

MESES	TEMPERATURA DEL AGUA DE MAR °C
07-ago-14	26.5
22-ago-14	26.2
09-sep-14	24.8
22-sep-14	24.4
06-oct-14	23.4
21-oct-14	23.4
06-nov-14	23.8
23-nov-14	24.3
04-dic-14	25.1
16-dic-14	25.5
09-ene-15	26.2
21-ene-15	26.5
<b>Total (<math>\Sigma x</math>)</b>	<b>300.1</b>
<b><math>x = \Sigma x/n</math></b>	<b>25.00</b>

#### SALINIDAD

La salinidad osciló de 32,5 a 33,5 ppt, notándose que para el mes de Agosto y Enero la salinidad fue de 33 ppt y la salinidad más baja en el mes de Noviembre 32,5 y Diciembre con 33,3 ppt como máximo, como se observa. (Tabla 3)

**Tabla 3.** Datos de salinidad del mar

<b>MESES</b>	<b>ppm</b>
<b>07-ago-14</b>	33
<b>22-ago-14</b>	33
<b>09-sep-14</b>	33.2
<b>22-sep-14</b>	33
<b>06-oct-14</b>	32.9
<b>21-oct-14</b>	32.8
<b>06-nov-14</b>	32.8
<b>23-nov-14</b>	32.5
<b>04-dic-14</b>	33
<b>16-dic-14</b>	33.3
<b>09-ene-15</b>	33.2
<b>21-ene-15</b>	33
<b>Total (<math>\Sigma x</math>)</b>	<b>395.7</b>
<b><math>x = \Sigma x/n</math></b>	<b>32.975</b>

### **POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)**

Para este parámetro se obtuvo una media de 7,88; obteniendo un incremento de 8,12 para el mes de Noviembre y las más bajas de 7,7 en el mes de Septiembre y Octubre.

Obsérvese (Tabla 4).

**Tabla 4.** Datos pH del mar

<b>MESES</b>	<b>pH</b>
<b>07-ago-14</b>	7.8
<b>22-ago-14</b>	7.8
<b>09-sep-14</b>	7.8
<b>22-sep-14</b>	7.7
<b>06-oct-14</b>	7.7
<b>21-oct-14</b>	8.01
<b>06-nov-14</b>	8.12
<b>23-nov-14</b>	7.9
<b>04-dic-14</b>	7.9
<b>16-dic-14</b>	7.8
<b>09-ene-15</b>	7.6
<b>21-ene-15</b>	7.9
<b>Total (<math>\Sigma x</math>)</b>	<b>94.03</b>
<b><math>x = \Sigma x/n</math></b>	<b>7.8</b>

#### **9.4 ANÁLISIS POBLACIONAL DE LAS ESPECIES**

A lo largo de esta investigación en la zona de Chanduy, se logró identificar 19 especies de moluscos, las cuales pertenecen a las siguientes clases: 5 de bivalvos, 12 de gasterópodos, 1 poliplacóforo y 1 de la clase escafópodos. Obsérvese (Tabla 5 y 6).

**Tabla 5.** Especies identificadas

<b>PHYLLUM MOLLUSCA</b>
<b>Bivalvos</b>
<i>Carditamera affinis</i>
<i>Carditameraa radiata</i>
<i>Brachidontes adamsianus</i>
<i>Pseudochama corrugata</i>
<i>Petricola denticulata</i>
<b>Gasteropoda</b>
<i>Thais (Vasula) melones</i>
<i>Acanthina brevidentata</i>
<i>Thais callaoensis</i>
<i>Cerithium browni</i>
<i>Nodilitorina modesta</i>
<i>Anachis rugulosa</i>
<i>Crepidula excavata</i>
<i>Crepidula striolata</i>
<i>Crepidula incurva</i>
<i>Siphonaria maura</i>
<i>Fissurella asperella</i>
<i>Scurria mesoleuca</i>
<b>Polyplacophora</b>
<i>Acanthochitona huridiniformis</i>
<b>Scaphopoda</b>
<i>Dentalium sp</i>

## 9.5 NÚMERO DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN CHANDUY

**Tabla 6.** Número de especies identificadas por estación

Clases	Estación 1			Estación 2			Estación 3			Estación 4			Total Clases	Total Phylum
	ALTA	MEDIA	BAJA											
<b>Bivalvos</b>														
<i>Carditamera affinis</i>	6	4	3	5	1	2	3	2	0	0	0	0	26	34147
<i>Carditamera radiata</i>	3	1	2	4	1	0	2	0	0	0	0	0	13	
<i>Brachidontes adamsianus</i>	11596	6081	568	0	0	0	0	0	0	15790	0	0	34035	
<i>Pseudochoma corrugata</i>	0	0	0	0	0	0		1	1	0	0	0	2	
<i>Petricola denticulata</i>	12	10	2	17	14	6	6	4	0	0	0	0	71	
<b>Gasteropoda</b>														
<i>Thais (Vasula) melones</i>	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	26862
<i>Acanthina brevidentata</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	
<i>Thais callaoensis</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Cerithium browni</i>	3	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8	
<i>Nodilitorina modesta</i>	8638	3512	0	0	0	0	0	0	0	14584	0	0	26734	
<i>Anachis rugulosa</i>	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
<i>Crepidula excavata</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Crepidula striolata</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Crepidula incurva</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Siphonaria maura</i>	5	3	0	3	0	0	0		0	0	0	0	11	
<i>Fissurella asperella</i>	8	5	2	0	0	0	3	0	0	4	3	0	25	
<i>Scurria mesoleuca</i>	9	6	2	6	5	2	4	0	0	9	2	0	45	
<b>Polyplacophora</b>														
<i>Acanthochitona huridimiformis</i>	0	2	0	0	0		0	0	0		0	0	2	2
<b>Scaphopoda</b>														
<i>Dentalium sp</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	20308	9635	580	37	22	10	19	7	1	30387	6	0		<b>61012</b>
<b>TOTAL DE ESPECIES POR ESTACION</b>	30523			69			27			30393				
<b>POBLACION TOTAL DE LA MUESTRA</b>														

## 9.6 POBLACIÓN TOTAL POR CLASE DEL PHYLLUM MOLLUSCA

El total de toda la población por cada una de las clases encontradas en el área de estudio es el siguiente (Tabla 7).

**Tabla 7.** Total de la población por clase

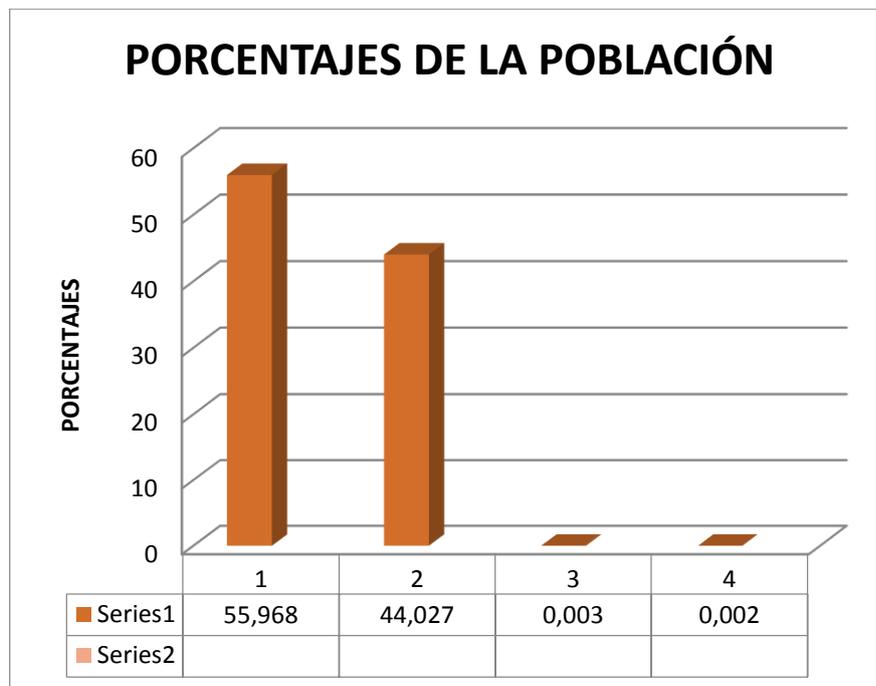
<b>CLASES</b>	<b>POBLACIÓN DE LA MUESTRA</b>
<b>Bivalvos</b>	34147
<b>Gasterópoda</b>	26862
<b>Poliplacófora</b>	2
<b>Escafópoda</b>	1
<b>Población total</b>	<b>61012</b>

### 9.6.1 PORCENTAJES DE LA POBLACIÓN

Se puede observar que la clase Bivalvos domina con un 55,968% en cuanto a su abundancia, el 44,027 % corresponde a la clase gasterópoda y en menor porcentaje de organismos a los Polyplacophora 0,003 % y Scaphopoda 0,002 %. (Tabla 8).

**Tabla 8.** Porcentajes de la población

CLASES	Porcentajes %
<b>Bivalvos</b>	55,968 %
<b>Gasterópoda</b>	44,027 %
<b>Poliplacófora</b>	0,003 %
<b>Escafópoda</b>	0,002 %
	<b>100 %</b>



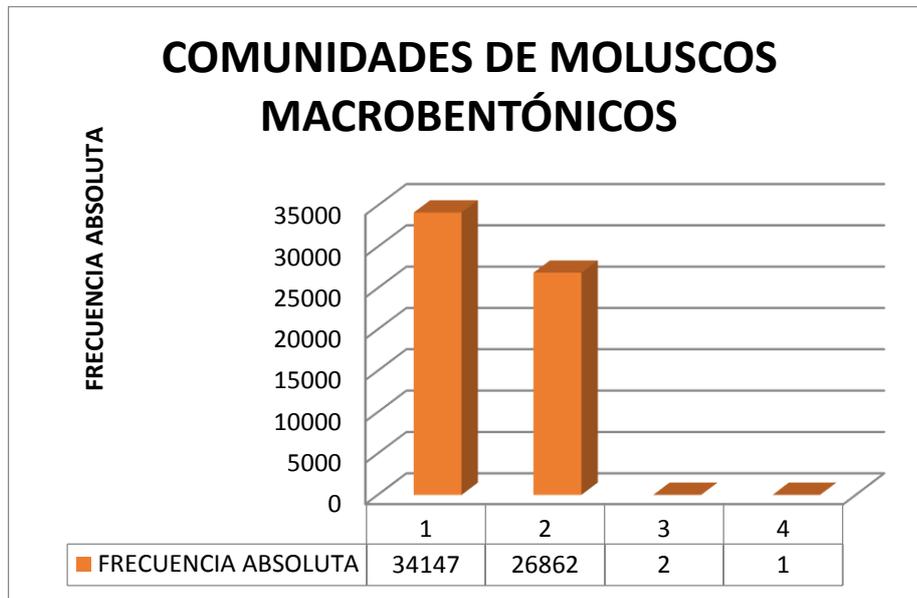
**Gráfico 1.** Porcentajes de la población

## 9.6.2 FRECUENCIAS DE CLASE

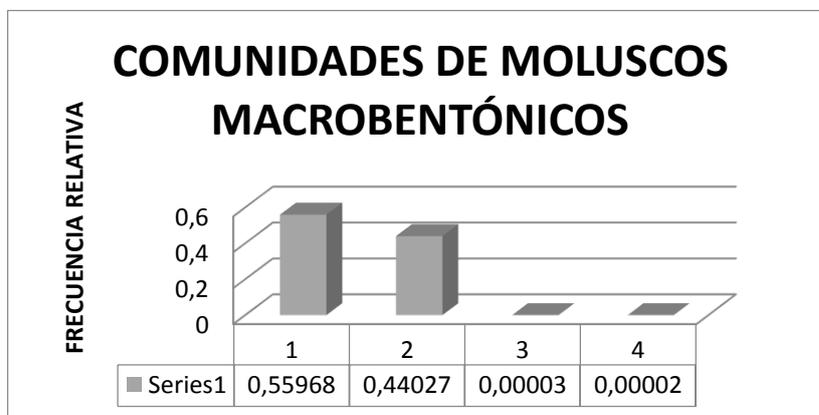
En la tabla 9, se observa la frecuencia de las clases encontradas en la zona de Chanduy: bivalvos, gasterópodos, polioplacóforos y escafópodos. Se escogió la clase de los bivalvos porque es la que posee 34147 organismos dentro de esta clase, en la que se representa el 0,55968% de la población, si se acumula la clase gasterópodos que tiene 26862 organismos hacemos un total de 61009 organismos, ahí tenemos la frecuencia absoluta acumulada mediante el cual tenemos el 0,99995% de toda la población, es decir aquí tenemos la frecuencia relativa acumulada porque son las clases que predominan. (Tabla 9).

**Tabla 9.** Frecuencia de moluscos

CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	FREC. ABS. ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA	FREC. ABS. RELATIVA
<b>Bivalvos</b>	34147	34147	$34147/61012=0,55968$	0,55968
<b>Gasterópoda</b>	26862	61009	$26862/61012=0,44027$	0,99995
<b>Polyplacophora</b>	2	61011	$2/61012=0,00003$	0,99998
<b>Scaphopoda</b>	1	61012	$1/61012=0,00002$	1
<b>TOTAL</b>	<b>61012</b>		<b>1</b>	



**Gráfico 2.** Frecuencia absoluta



**Gráfico 3.** Frecuencia relativa

### 9.6.3 POBLACIÓN TOTAL POR ESTACIÓN

La estación 1, presentó un total de 30523 organismos, en segundo lugar la estación 4, con una población de 30393, en la estación 2 y 3 la población fue baja en consideración a las estaciones anteriores, observar (Tabla 10).

**Tabla 10.** Población por estaciones

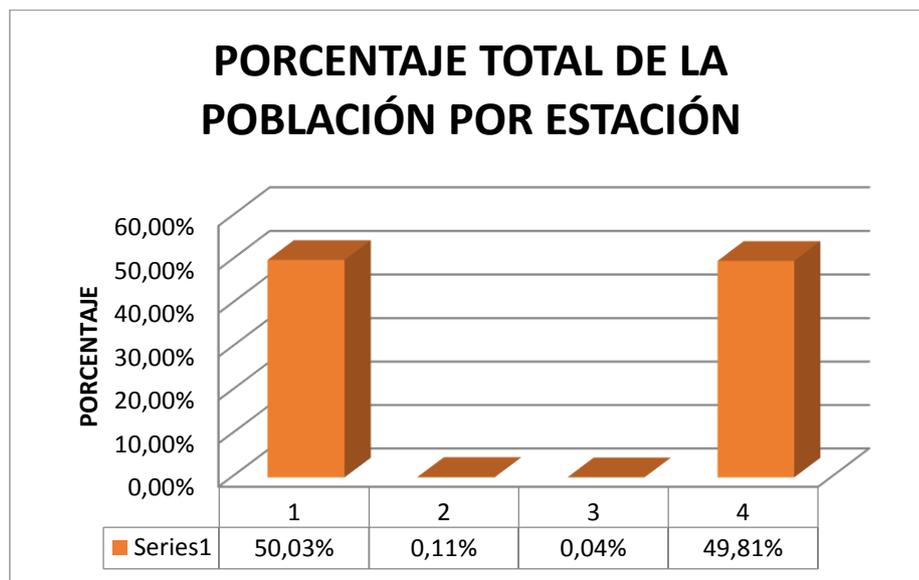
	<b>ESPECIES POR ESTACIÓN</b>
<b>ESTACIÓN 1</b>	30523
<b>ESTACIÓN 2</b>	69
<b>ESTACIÓN 3</b>	27
<b>ESTACIÓN 4</b>	30393

### 9.6.4 PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN POR ESTACIÓN

El mayor porcentaje de las especies se encontró en la estación 1, con 50,03%, seguida de la estación 4, con el 49,81%, la estación 2 y 3 el porcentaje de los organismos es menor al 1%, véase la (Tabla 11).

**Tabla 11.** Porcentaje de la población por estación

	POBLACIÓN TOTAL
ESTACION 1	50,03%
ESTACION 2	0,11%
ESTACION 3	0,04%
ESTACION 4	49,81%
	1



**Gráfico 4.** Porcentaje total de la población por estación.

### 9.6.5 FRECUENCIAS POR ESTACIÓN

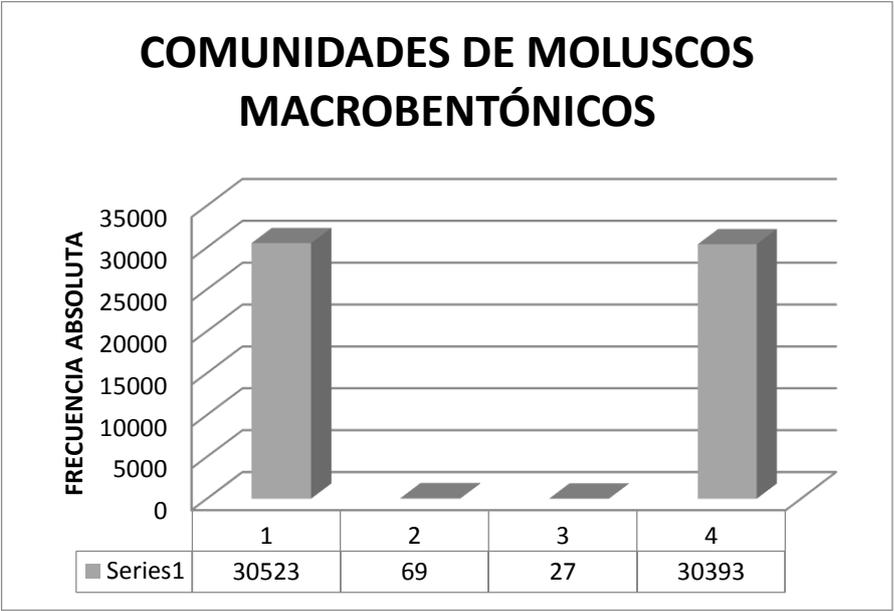
La tabla 12 de frecuencia, indica las 4 estaciones. Se comprobó que en la estación 1 registró 30523 organismos de las diferentes especies, dentro de esta clase, en el

que se representa el 0,50028% de la población, si acumulamos la estación 2 y 3 tenemos un total de 30619 organismos, ahí tenemos la frecuencia absoluta acumulada mediante el cual tenemos el 0,50185% de toda la población, es decir, aquí tenemos como resultado la frecuencia relativa acumulada.

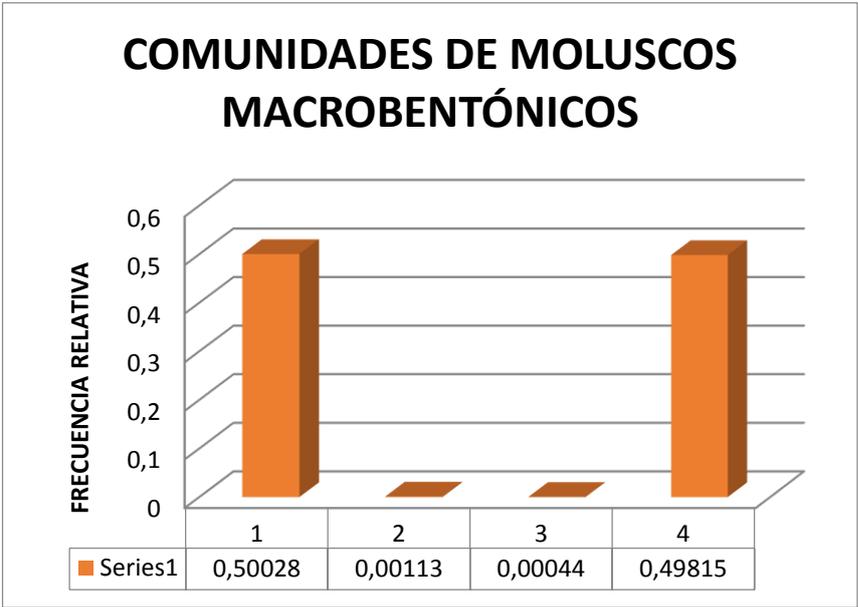
Notándose que la estación 4 posee un 0,49815 de la población de los organismos encontrados en Chanduy. (Tabla 12).

**Tabla 12.** Frecuencias por estación

	<b>FRECUENCIA ABSOLUTA</b>	<b>FREC. ABS. ACUMULADA</b>	<b>FRECUENCIA RELATIVA</b>	<b>FREC. ABS. RELATIVA</b>
<b>ESTACIÓN 1</b>	30523	30523	$30523/61012=0,50028$	0,50028
<b>ESTACIÓN 2</b>	69	30592	$69/61012=0,00113$	0,50141
<b>ESTACIÓN 3</b>	27	30619	$27/61012=0,00044$	0,50185
<b>ESTACIÓN 4</b>	30393	61012	$30393/61012=0,49815$	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>61012</b>		<b>1</b>	



**Gráfico 5.** Frecuencia absoluta



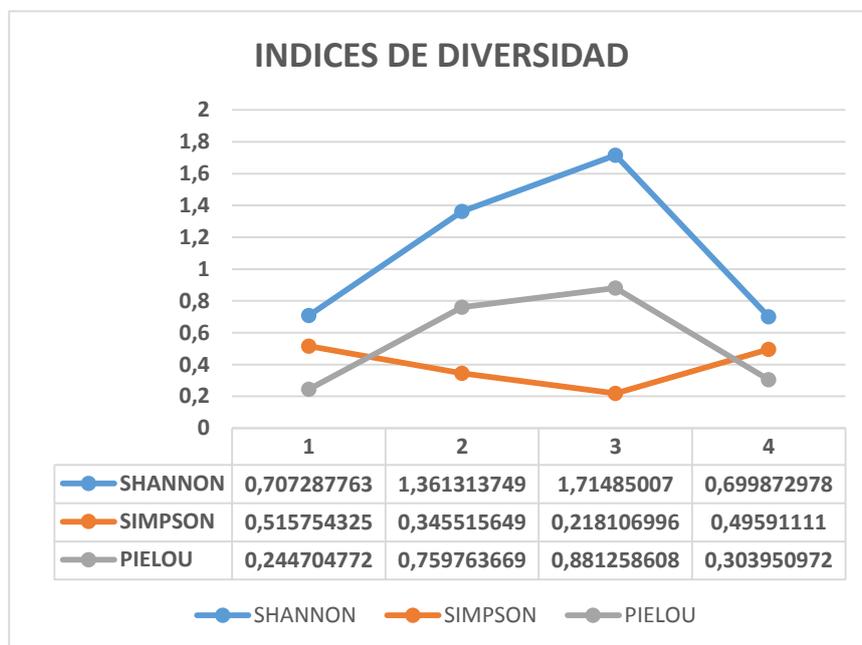
**Gráfico 6.** Frecuencia relativa

## 9.7 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

En la zona intermareal rocosa de Chanduy se registró un total de 61012 individuos, para este estudio se utilizó índices estadísticos para determinar la abundancia y diversidad de las especies encontradas. (Tabla 13) (Gráfico 7).

**Tabla 13.** Índices de Shannon – Simpson y Pielou

ESTACIONES	SHANNON	SIMPSON	PIELOU
1	0,707287763	0,515754325	0,244704772
2	1,361313749	0,345515649	0,759763669
3	1,71485007	0,218106996	0,881258608
4	0,699872978	0,49591111	0,303950972



**Gráfico 7.** Índices de Shannon – Simpson y Pielou

Se utilizó **el índice de Simpson** para determinar la abundancia de las especies, ya que comúnmente este también es representado como una medida de dominancia. La diversidad y la dominancia se calcularon con el método de Simpson, ya que pondera las especies más abundantes del total de especies, donde no solo se considera el número de organismos, sino la proporción de ocurrencia de las especies. Los valores están representados con un rango que va de 0 a 1. Este índice se utilizó debido a que la comunidad cuenta con 19 especies el mismo que se puede considerar como media – baja, en cambio la dominancia de ciertas especies es muy notoria como es el caso de *Brachidontes adamsianus* y *Nodilitorina modesta*.

La riqueza de las especies es considerada como el número presente de organismos identificados de manera general, entre más organismos existan en un sitio, mayor será la riqueza de la zona de estudio.

En las estaciones 2 y 3 presentaron un incremento, mientras más aumente su valor la diversidad ecológica Pielou disminuye, porque los valores altos están relacionados con la diversidad alta.

El índice de diversidad que se utilizó para este trabajo fue **el índice de Shannon Wiener** (utilizando  $\log_2$ ).

En este índice se incorpora dos importantes componentes como:

- 1) Se refiere al número de especies presentes de la comunidad, denominado como riqueza de 19 especies.

- 2) Hace referencia al concepto de la uniformidad, referente a la abundancia de cada especie (número de individuos, biomasa) y como se encuentra distribuida entre las especies (Ludwing & Reynolds, 1985).
- 3) También es utilizada en comunidades consideradas como infinitas, y puede ser estimado a partir de una muestra.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1 CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se identificaron 61012 organismos, determinando su riqueza específica con 19 especies, resultando las más abundantes: *Brachidontes adamsianus*, donde se registraron 34035 organismos, y la segunda *Nodilitorina modesta* de mayor abundancia dentro de la clase gasterópoda 26734, las mayores concentraciones de estas especies se encontraron en la parte rocosa de la primera y cuarta estación.

La especie de menor abundancia perteneciente a la clase bivalvos es la *Pseuchama corrugata* con 2 individuos, en lo que se refiere a la clase gasterópoda, se encuentra en menor proporción el género *Crepidula*, con 3 especies. De la clase poliplacófora se encontraron 2 organismos *Acanthochitona huridiniformis*, y de la clase escafópoda se identificó 1 especie *Dentallium sp.*

En las estaciones uno, dos y tres prevalecen *Petricola denticulata*, *Carditamera affinis*, *Carditamera radiata* por ser especies perforadoras, y por último *Cerithium browni*, y la *Scurria mesoleuca* están presentes en todas las estaciones. En los meses de estudio de Octubre a Diciembre las especies que estuvieron ausentes fueron: *Acanthochitona huridiniformis*, *Dentallium sp.*, *Thais (Vasula) melones*, *Thais callaoensis*, *Anachis rugulosa* y la especie del género *crepidula*.

La diversidad, uniformidad, dominancia y abundancia de los moluscos macrobentónicos está estrechamente ligada al tipo de sustrato, donde la forma de la roca, el oleaje y sedimento, influyen a que estos índices sean mayores o menores, o el tipo de roca y grietas que se forman, dan apertura a diferentes tipos de ecosistemas marinos.

Durante el estudio se observó que la temperatura se incrementó obteniendo una media de  $24,7^{\circ}$ , siendo en el mes de Octubre la temperatura de  $23,4^{\circ}$  y para Enero de  $26,8$  tomando en cuenta que durante este tiempo existió un incremento de  $3,4^{\circ}$ . En cuanto a la salinidad se presentó una media de  $32,6$  ppm, la más baja en el mes de Diciembre con  $32$  ppm, y la más alta en Octubre con  $33,5$  ppm y para Enero en  $33$  ppm, la variación de la salinidad va a variar por los meses de garúas y lloviznas que se presentan en Chanduy, pasando de la estación seca a lluviosa.

## **10.2 RECOMENDACIONES**

Se recomienda investigaciones más frecuentes en la zona de estudio, las mismas que contribuirán con registros nuevos y mucho más diversos, sirviendo como un bioindicador del estado actual del ecosistema.

Realizar investigaciones de las comunidades con variaciones espacio temporal con relación a las estaciones del año, porque de esta manera se realizaría un mejor estudio y conocer con mayor certeza la variaciones de ciertas especies que nos ayudaría a determinar algún cambio bioecológico.

Para realizar muestreos se debe tomar en cuenta la tabla de mareas, porque se pueden presentar variaciones en las horas de pleamar y baja mar, que pueden alterar el cronograma de trabajo.

Se recomienda que las especies recolectadas sean solo para fines de investigación, se debe utilizar pocos ejemplares, de 1 a 3 muestras por especies, ya que es preocupante para los investigadores ambientales, porque puede producirse un desequilibrio ecológico de las especies.

## 11.BIBLIOGRAFÍAS

1. Anel Ramírez Torres: Variación espacio-temporal de la comunidad macrobentónica del intermareal de la playa “El Conchalito”, B. C. S., México.
2. Bayard H, Connaughey M. 1974. Introducción a la biología marina. primera edición. Zaragoza-España. Pp. 171-274.
3. Bakus, G. J. 1968. Zonation in marine gastropods of Costa Rica and species diversity. *Veliger* 10: 207-211
4. Brown, A. C. & A. McLachlan. 1990. Ecology of Sandy Shores. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, 328 p.
5. Crips, D. J. 1984. Energy flow measurements. In Holmes NA, McIntyre Ad (eds) *Methods for the study of the marine benthos*. IBN Handbook 16. Blackwell, Oxford, 384 p.
6. Coan, Eugene V. 1998. New distributional information for a rare Panamic *Petricola*. *Festiva* 30(5), pp. 59.
7. Cruz, M. 1992. Estado actual del recurso malacológico (Bivalvos y Gasterópodos) de la Zona infralitoral del Golfo de Guayaquil. *Acta oceanográfica del pacífico*. Vol. 7, No.1, pp. 41-68
8. Cruz, M. 1996. Contribución al conocimiento de los organismos perforadores de maderas en la isla Baltra, Archipiélago de Galápagos, Ecuador. Vol. 8, No.1, pp. 76-85

9. Cruz, M. 2005 – 2006.- Determinación de los períodos cálidos (El Niño) y fríos (La Niña), en base al comportamiento mensual de los Pterópodos y Heterópodos, como Bioindicadores del ecosistema marino Ecuatoriano. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 13, No. 1, pp. 99 – 115.
10. Cruz Padilla M. 2004. Catálogo de moluscos marinos de la costa Ecuatoriana. CD room interactivo del INOCAR y la Armada del Ecuador. Guayaquil-Ecuador.
11. Daniel Oscar Forcelli; Moluscos magallánicos guía de los moluscos de la Patagonia y del Sur De Chile
12. Edward H. Simpson (1949) Measurement of diversity. *Nature* **163**:688;  
Simpson, G.G. (1960) Notes on the measurement of faunal resemblance. *Amer. J. Sci.* 258A, 300–311
13. ESPOL, ICM. 2006
14. Guía de campo de moluscos acuáticos de la cuenca del Ebro.
15. Houvenaghe, Guy Y Nadine Y Houvenaghel 1982.-Aspectos ecológicos de la zonificación de entre marea en las costas rocosas de las islas galápagos. Compendio de ciencia en galápagos. Public. estac. cient. Ch. Darwin. Pp. 79 – 100
16. <http://www.complejoculturalrealalto.org/p/quienes-somos.html>
17. INOCAR tabla de mareas (accesible en internet).
18. Keen, M. 1958. Sea shells of tropical west America: Marine mollusks from Baja California to Peru. Second Edition. Stanford University Press. 1064p.

19. Keen M. 1971. Sea shells of tropical west America: Marine mollusks from Baja California to Peru. Second Edition. Stanford University Press. Pp. 1064.
20. Manuel Cruz (1). 2006 – 2007. Variacion de la malacofauna bentónica intermareal y submareal de la bahía de Santa Elena, Ecuador, Entre el 2006 – 2007., Acta oceanográfica del Pacífico. Vol. 15, N° 1, 2009 Instituto Oceanográfico.
21. Manuel Cruz (1) James Mair (2) 2009... 1Ecología y distribución de los moluscos bivalvos perforadores de rocas (Familia Mytilidae) en la costa Ecuatoriana Del 2000 Al 2005., Acta oceanográfica del Pacífico. Vol. 15, N° 1, 2009
22. Mair, James; E. Mora y M. Cruz (Editores). 2002. Manual de campo de los invertebrados bentónicos marinos: moluscos, crustáceos y equinodermos de la zona litoral Ecuatoriana. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot-Watt University. pp.: 1 – 108
23. Ministerio del ambiente et al., 2001 y Majluf, 2002
24. Moluscos del intermareal rocoso del centro-sur de Chile (36° - 38°S): Taxonomía Y Clave De Identificación
25. Nury Guzmán<sup>1, 2</sup>, Sheyla Saá,<sup>1 2</sup> & Luc Ortlieb<sup>2</sup>; Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastrópoda y pelecípodo) de la zona de Antofagasta, 23°S (Chile)
26. Oscar Zúñiga Romero, Guía de biodiversidad N 1; Vol. 1 Macrofauna y algas marinas- moluscos

27. *parroquiaancestralchanduy.blogspot.com/*
28. Pesante-Vigano. F. 1975. Distribución de las propiedades físicas y químicas del golfo de Guayaquil. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. 3: 21-37 pg.
29. Programa de manejo de recurso costero.1993. Plan de manejo ZEM- Bahía-San Vicente- Canoa. Guayaquil, Ecuador.
30. Ruppert E, Barnes R. 1996. Zoología de los invertebrados. Sexta edición. México. Pp. 361-992.
31. Ruppert, E. y R. Barnes. 1997.- Zoología de los Invertebrados (sexta edición). McGraw- Hill Interamericana. Pp. 1-1114
32. Troncos & V. Urgorri; Departamento de biología animal. Faculta de biología. Universidad de Santiago 15071 Santiago de Compostela; Los moluscos intermareales de la Ría de ares y betanzos (Galicia, España)
33. Villamar, F. & M. Cruz. 2007. Poliquetos y moluscos macrobentónicos de la zona intermareal y submareal en la Provincia del Guayas, (Monteverde, Ecuador). Act. Oce. Pac, 14(1): 147-153.

# **12. ANEXOS**

## FOTOS I



**Foto. 20** Puerto de Chanduy. (Méndez, 2015).



**Foto.21** Vista general de la zona de muestreo. (Méndez, 2015).



**Foto 22.** Identificación de organismos en el laboratorio. (Méndez, 2015).



**Foto 23.** Materiales de laboratorio. (Méndez, 2015).



**Foto 24.** Frascos de las muestras con los moluscos. (Méndez, 2015).



**Foto 25.** Navaja para extraer las muestras adheridas al sustrato. (Méndez, 2015).



**Foto 26.** Preparación de soluciones para preservación de la muestras. (Méndez, 2015).



**Foto 27.** Equipo para identificación. (Méndez, 2015).

## TABLAS II

Tabla 14.  
Estación 1

	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)		
<i>Cardita affinis</i>	13	0,000425908	-7,761286419	-		
<i>Cardita radiata</i>	6	0,000196573	-8,534476308	-		
<i>Brachidontes adamsianus</i>	18245	0,597745962	-0,514589428	-		
<i>Petricola denticulata</i>	24	0,000786292	-7,148181946	-0,00562056		
<i>Thais melones</i>	9	0,00029486	-8,129011199	-		
<i>Thais brevidentata</i>	3	9,82865E-05	-9,227623488	0,000906951		
<i>Thais callaoensis</i>	3	9,82865E-05	-9,227623488	-		
<i>Cerithium browni</i>	4	0,000131049	-8,939941416	0,000906951		
<i>Nodilitorina modesta</i>	12150	0,398060479	-0,921151328	-		
<i>Anachis rugulosa</i>	18	0,000589719	-7,435864019	0,366673939		
<i>Crepidula excavata</i>	2	6,55244E-05	-9,633088596	-		
<i>Crepidula striolata</i>	2	6,55244E-05	-9,633088596	0,004385072		
<i>Crepidula incurva</i>	1	3,27622E-05	-10,32623578	0,000631202		
<i>Siphonaria maura</i>	8	0,000262097	-8,246794235	-0,00033831		
<i>Fissurella asperella</i>	15	0,000491433	-7,618185576	-		
<i>Scurria mesoleuca</i>	17	0,000556957	-7,493022433	0,002161464		
<i>Acanthochitona huridiniformis</i>	2	6,55244E-05	-9,633088596	-		
<i>Dentalium sp</i>	1	3,27622E-05	-10,32623578	0,000631202		
Riqueza S =18	30523	100		-0,00033831		
		1		<b>0,707287763</b>		
				Índice de diversidad de Shannon		
PIELOU	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>H max = Ln S</td> <td>2,890371758</td> </tr> </table>		H max = Ln S	2,890371758		
H max = Ln S	2,890371758					

<b>Equitatividad (J)</b>	<b>J= H/Hmax = 0,244704772</b>
--------------------------	------------------------------------

Tabla 15.  
Estación 1

	Valores absolutos (n)	n x (n-1)	n/N	(n/N) <sup>2</sup>
<i>Cardita affinis</i>	13	156	0,000425908	1,81398E-07
<i>Cardita radiata</i>	6	30	0,000196573	3,8641E-08
<i>Brachidontes adamsianus</i>	18245	332861780	0,597745962	0,357300235
<i>Petricola denticulata</i>	24	552	0,000786292	6,18256E-07
<i>Thais melones</i>	9	72	0,00029486	8,69422E-08
<i>Thais brevidentata</i>	3	6	9,82865E-05	9,66024E-09
<i>Thais callaoensis</i>	3	6	9,82865E-05	9,66024E-09
<i>Cerithium browni</i>	4	12	0,000131049	1,71738E-08
<i>Nodilitorina modesta</i>	12150	147610350	0,398060479	0,158452145
<i>Anachis rugulosa</i>	18	306	0,000589719	3,47769E-07
<i>Crepidula excavata</i>	2	2	6,55244E-05	4,29344E-09
<i>Crepidula striolata</i>	2	2	6,55244E-05	4,29344E-09
<i>Crepidula incurva</i>	1	0	3,27622E-05	1,07336E-09
<i>Siphonaria maura</i>	8	56	0,000262097	6,86951E-08
<i>Fissurella asperella</i>	15	210	0,000491433	2,41506E-07
<i>Scurria mesoleuca</i>	17	272	0,000556957	3,10201E-07
<i>Acanthochitona huridiniiformis</i>	2	2	6,55244E-05	4,29344E-09
<i>Dentalium sp</i>	1	0	3,27622E-05	1,07336E-09
Riqueza S =18	30523	480473814		0,515754325

**Índice de dominancia de Simpson**

$$D = \sum n(n-1)/(N(N-1))$$

$$D = 0,51573846$$

$$D = \sum (n/N)^2$$

$$D = 0,515754325$$

**Índice de diversidad de Simpson**

$$D = \sum (N(N-1))/n(n-1)$$

$$D = 1,938967284$$

$$D = \sum 1/(n/N)^2$$

$$D = 1,938907638$$

$$D = 1 - (\sum n(n-1)/(N(N-1)))$$

$$D = 0,48426154$$

Tabla 16.  
Estación 2

	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Cardita affinis</i>	8	0,115942028	-2,154664971	-0,249816226
<i>Cardita radiata</i>	5	0,072463768	-2,624668594	-0,190193376
<i>Petricola denticulata</i>	37	0,536231885	-0,62318859	-0,334173592
<i>Siphonaria maura</i>	3	0,043478261	-3,135494213	-0,136325836
<i>Scurria mesoleuca</i>	13	0,188405797	-1,669157148	-0,314478883
<i>Cerithium browni</i>	3	0,043478261	-3,135494213	-0,136325836
Riqueza S =6	69	1		<b>1,361313749</b>
				Índice de diversidad de Shannon
<b>PIELOU</b>	$H_{max} = \ln S$ $S = 1,791759469$			

<b>Equitatividad (J)</b>	$J = H/H_{max}$ $= 0,759763669$
--------------------------	------------------------------------

Tabla 17.  
Estación 2

	Valores absolutos (n)	n x (n-1)	n/N	(n/N) <sup>2</sup>
<i>Cardita affinis</i>	8	56	0,115942028	0,013442554
<i>Cardita radiata</i>	5	20	0,072463768	0,005250998
<i>Petricola denticulata</i>	37	1332	0,536231885	0,287544634
<i>Siphonaria maura</i>	3	6	0,043478261	0,001890359
<i>Scurria mesoleuca</i>	13	156	0,188405797	0,035496744
<i>Cerithium browni</i>	3	6	0,043478261	0,001890359
Riqueza S =6	69	1576		0,345515649

**Índice de dominancia de Simpson**

$$D = \sum n(n-1)/(N(N-1)) \quad D = 0,33589087$$

$$D = \sum (n/N)^2 \quad D = 0,34551564$$

**Índice de diversidad de Simpson**

$$D = \sum (N(N-1))/n(n-1) \quad D = 2,97715736$$

$$D = \sum 1/(n/N)^2 \quad D = 2,89422491$$

$$D = 1 - (\sum n(n-1)/(N(N-1)))$$

$$D = \frac{0,66410912}{2}$$

Tabla 18.  
Estación 3

	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Cardita affinis</i>	5	0,185185185	-1,686398955	-0,312296102
<i>Cardita radiata</i>	2	0,074074075	-2,602689673	-0,19279183
<i>Petricola denticulata</i>	10	0,37037037	-0,993251774	-0,367871027
<i>Fissurella asperella</i>	3	0,111111111	-2,197224578	-0,244136064
<i>Scurria mesoleuca</i>	4	0,148148148	-1,909542506	-0,282895186
<i>Cerithium browni</i>	1	0,037037037	-3,295836867	-0,122068032
<i>Pseudochoma corrugata</i>	2	0,074074074	-2,602689686	-0,192791828
Riqueza S =7	27	1		<b>1,71485007</b>

PIELOU

H max = Ln S	1,945910149
--------------	-------------

Índice de diversidad de Shannon

Equitatividad (J)	J= H/Hmax =	<b>0,881258608</b>
-------------------	-------------	--------------------

Tabla 19.  
Estación 3

	Valores absolutos (n)	n x (n-1)	n/N	(n/N) <sup>2</sup>
<i>Cardita affinis</i>	5	20	0,185185185	0,034293553
<i>Cardita radiata</i>	2	2	0,074074075	0,005486969
<i>Petricola denticulata</i>	10	90	0,37037037	0,137174211
<i>Fissurella asperella</i>	3	6	0,111111111	0,012345679
<i>Scurria mesoleuca</i>	4	12	0,148148148	0,021947874
<i>Cerithium browni</i>	1	0	0,037037037	0,001371742
<i>Pseudochoma corrugata</i>	2	2	0,074074074	0,005486968
Riqueza S =7	27	132		0,218106996

**Índice de dominancia de Simpson**

$$D = \sum n(n-1)/(N(N-1))$$

$$D = 0,188034188$$

$$D = \sum (n/N)^2$$

$$D = 0,218106996$$

**Índice de diversidad de Simpson**

$$D = \sum (N(N-1))/n(n-1)$$

$$D = 5,318181818$$

$$D = \sum 1/(n/N)^2$$

$$D = 4,584905666$$

$$D = 1 - (\sum n(n-1)/(N(N-1)))$$

$$D = 0,811965812$$

Tabla 20.  
Estación 4

	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Brachidontes adamsianus</i>	15790	0,517314812	-0,65910367	-
<i>Thais brevidentata</i>	1	3,27622E-05	-10,32623578	-0,00033831
<i>Siphonaria maura</i>	3	9,82865E-05	-9,227623488	-
<i>Fissurella asperella</i>	7	0,000229335	-8,380325628	0,001921904
<i>Scurria mesoleuca</i>	11	0,000360384	-7,928340504	-
<i>Nodilitorina modesta</i>	14584	0,477803623	-0,73855546	-
Riqueza S =6	30396	99,58392032		<b>0,699872978</b>
				Índice de diversidad de Shannon

PIELOU

H max = Ln S	1,791759469
--------------	-------------

Equitatividad (J)	J= H/Hmax =	<b>0,390606546</b>
-------------------	-------------	--------------------

Tabla 21.  
Estación 4

	Valores absolutos (n)	n x (n-1)	n/N	(n/N) <sup>2</sup>
<i>Brachidontes adamsianus</i>	15790	249308310	0,517314812	0,267614614
<i>Thais brevidentata</i>	1	0	3,27622E-05	1,07336E-09
<i>Siphonaria maura</i>	3	6	9,82865E-05	9,66024E-09
<i>Fissurella asperella</i>	7	42	0,000229335	5,25947E-08
<i>Scurria mesoleuca</i>	11	110	0,000360384	1,29877E-07
<i>Nodilitorina modesta</i>	14584	212678472	0,477803623	0,228296303
Riqueza S =6	30396	461986940		0,49591111

**Índice de dominancia de Simpson**

$$D = \sum n(n-1)/(N(N-1))$$

$$D = 0,500047333$$

$$D = \sum (n/N)^2$$

$$D = 0,49591111$$

***Índice de diversidad de Simpson***

$$D = \frac{\sum (N(N-1))}{n(n-1)}$$

$$D = 1,999810687$$

$$D = \sum 1/(n/N)^2$$

$$D = 2,016490414$$

$$D = 1 - (\sum n(n-1)/(N(N-1)))$$

$$D = 0,499952667$$