

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA
PESQUERA



**Biodiversidad estacional del macrozoobentos
mesolitoral de fondos blandos en la playa de
Salaverry, La Libertad – Perú**

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO
PESQUERO

AUTOR: Br. SUSAN IVETT CACERES LESCANO
ASESORA: Dra. ALINA MABEL ZAFRA TRELLES
CO ASESOR: Blgo. SANTOS E. ALFARO MUDARRA
TRUJILLO – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios

Por ser la principal fuente de fuerza, coraje y fe para hacer cada sueño realidad, por ser mi guía y protector en cada paso que doy en el día a día, por su amor infinito y por su bendición.

A mi madre Miriam y a mi papá Arsenio

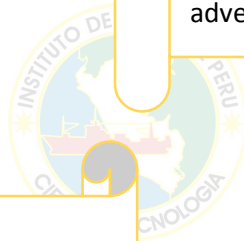
Quienes son ejemplo de lucha y valentía, por su apoyo constante y su amor incondicional, por enseñarme a no darme por vencida ante las adversidades de la vida, los amo.

A mi hermano Jhordan y a mi sobrinita Akemi

Quienes son mi motivo e inspiración de superación.

A mi mamita Irene, Yolvin Otiniano y a Elmer Campos

Por creer en mí, por su confianza y apoyo moral en todo momento.



AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas involucradas directa e indirectamente que, de alguna forma, son parte de la culminación de esta investigación. Mi más profundo y sincero agradecimiento está dirigido hacia la Dra. Alina Zafra por su guía, corrección, por las facilidades brindadas y por la idea de la tesis, que hoy con su dirección estoy finalizando, al Instituto del Mar del Perú por haber permitido el uso de los equipos y material necesario, el Blgo. Pesq. Santos Alfaro, el Blgo. Pesq. German Vela, el Tco. Oceanografía física Martín Campos, el Blgo. Pesq. Carlos Goicochea, el Blgo. Jacinto Paredes y el Ing. Químico Victor Rebaza quienes con su ayuda desinteresada, y a pesar de su limitado tiempo, brindaron su apoyo con información relevante para esta investigación. A mis tíos Cesar y Domitila, un agradecimiento muy especial a mi tía Lili y al Blgo. Pesq. Yolvin Otiniano por su ayuda durante los muestreos y su apoyo incondicional, a mis amigos Roberto Anticona, Juanita Hoyos, Lorena Villajulca, Lorenzo Flores, Milagros Campos, Karla Coronado, Luis Córdova, Deyvar Flores y Victor Neyra por sus buenos deseos y siempre estar al pendiente de mis avances, por sus consejos, pero sobre todo por demostrarme su apoyo incondicional durante este proceso.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
TRUJILLO**

Dr. ORLANDO MOISÉS GONZÁLES NIEVES

RECTOR

Dr. RUBÉN VERA VÉLIZ

VICE-RECTOR ACADÉMICO

Dr. WEYDER PORTOCARRERO CÁRDENAS

VICE-RECTOR DE INVESTIGACIÓN



Dr. FREDDY ROGGER MEJÍA COICO

Decano

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dr. MOISÉS EFRAÍN DÍAZ BARBOZA

Director

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA PESQUERA

Dra. ALINA MABEL ZAFRA TRELLES

Directora (e)

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con las disposiciones reglamentarias vigentes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, someto a vuestra consideración la tesis: **Biodiversidad estacional del macrozoobentos mesolitoral de fondos blandos en la playa de Salaverry, La Libertad – Perú**, siendo uno de los requisitos indispensables para optar el título de Biólogo Pesquero.



Trujillo, septiembre del 2016

Br. SUSAN IVETT CACERES LESCANO

DEL ASESOR

El que suscribe, Dra. Alina Mabel Zafra Trelles, asesora de la tesis titulada: **Biodiversidad estacional del macrozoobentos mesolitoral de fondos blandos en la playa de Salaverry, La Libertad – Perú.**

Hace constar que la presente investigación ha sido ejecutada de conformidad con los objetivos propuestos y revisados, además acogiendo las sugerencias pertinentes al tesista. Que el informe ha sido redactado bajo mi asesoramiento de acuerdo al formato establecido en la facultad de Ciencias Biológicas y acogiendo las observaciones alcanzadas. Por lo tanto, autorizo a la Bachiller Susan Ivett Caceres Lescano, continuar con el trámite correspondiente según sus fines.



Trujillo, septiembre del 2016

Dra. ALINA MABEL ZAFRA TRELLES
ASESORA

JURADO DICTAMINADOR

Dr. ROGER MARINO ALVA CALDERÓN

PRESIDENTE



Ms. C. GEINER MANUEL BOPP VIDAL

SECRETARIO

Dra. ALINA MABEL ZAFRA TRELLES

VOCAL

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO	iv
PRESENTACIÓN	v
DEL ASESOR	vi
JURADO DICTAMINADOR	vii
INDICE	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
MATERIAL Y MÉTODOS	6
RESULTADOS	17
DISCUSIÓN	45
CONCLUSIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51



RESUMEN

La biodiversidad del macrozoobentos en el mesolitoral de la playa de Salaverry se determinó durante setiembre 2015 a marzo 2016. Se establecieron cuatro transectos (A, B, C y D) y se fijaron tres estaciones. Además se determinó la biodiversidad estacional a través de los índices de Shannon - Wiener (H'), Margalef (d'), Equidad de Pielou (J'), Simpson (λ) y de Similitud de Bray-Curtis. Las muestras fueron colectadas quincenalmente, utilizando un cilindro de Penchaszadeh de 0,028 m². Así también se tomaron datos de temperatura, salinidad y granulometría. Las especies se identificaron utilizando claves taxonómicas de invertebrados marinos. Se registraron especies de las clases Polychaeta, Nemertea, Gastropoda, Bivalvia y Malacostraca (Subphylum Crustacea). La biodiversidad del macrozoobentos para primavera fue de 2,51 bits/ind y para verano de 1,91 bits/ind con una riqueza de 22 especies.

Palabras clave: Biodiversidad, Macrozoobentos, Mesolitoral, Riqueza.



ABSTRACT

The macrozoobenthos biodiversity from the intertidial of Salaverry Beach was carried out between September 2015 and March 2016. Four transects (A, B, C & D) and three sampling stations were established. And the seasonal biodiversity was determined using Shannon - Wiener (H'), Margalef (d'), Pielou (J'), Simpson (λ) and Bray-Curtis index. The samples were collected fortnightly with a 0,028 m² Penchaszadeh cylinder. Temperature, salinity and granulometry data were also determined. The species were identified with marine invertebrate taxonomic keys. Classes Polychaeta, Nemertea, Gastropoda, Bivalvia, and Malacostraca (Subphylum Crustacea), were recorded. The macrozoobenthos biodiversity in spring was 2,51 bits/ind, and in summer was 1,91 bits/ind with 22 species richness.

Key words: Biodiversity, Macrozoobenthos, Intertidial, Richness.



INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas representan uno de los ambientes marinos más dinámicos con extensiones de arena que se distinguen a lo largo de costa; éstas se ven sometidas a la acción de factores tales como el viento, oleaje y mareas, entre las más importantes (Anfuso, 2001). Dichos agentes energéticos son los que controlan la morfología de la playa, ocasionando que se mantengan en constante cambio (Carter, 1988).

Estas no tienen una biota que se pueda apreciar a simple vista, no hay vegetación fija intermareal y la mayoría de los animales son tan pequeños que solo quedan retenidos por una malla de 1 a 0.5 mm o menos (Holmes & McIntyre, 1984; McLachlan & Brown, 2006). Sin embargo, la macrofauna considerada como organismos mayores a 1mm, suelen mostrar una diversidad que es dominada por crustáceos, bivalvos y poliquetos (Brown & McLachlan, 1990).

Generalmente, las playas soportan una macrofauna diversa y abundante, (Brown & McLachlan, 1990) asimismo, el estado morfológico de las playas influye de manera significativa sobre la riqueza, abundancia y biomasa de la macrofauna intermareal que habita en estos hábitats costeros.

Los poliquetos constituyen entre el 35 y 65% de las especies de animales macroscópicos de fondos blandos, y son modificadores del sustrato, regulando positivamente el reclutamiento de otros organismos (Salazar *et al.*, 1998). En otro contexto Abanto (1992) identifica 10 especies del macrozoobentos pertenecientes a los poliquetos, crustáceos, moluscos y nemertinos; siendo los predominantes poliquetos y moluscos.

En los últimos años se viene incrementando el estudio de las playas arenosas a lo largo de las costas del Pacífico en Centro y Sudamérica, como en México, Costa Rica, Panamá,

Colombia y Chile (Osorio *et al.*, 1967; Dexter, 1972, 1974, 1976; Núñez *et al.*, 1974; Conan *et al.*, 1975).

La diversidad de grupos de macrozoobentos varía dependiendo de la zona a estudiar, por ejemplo, en España, Perez (1991) reporta que un total de 579 ejemplares se recogieron en las 22 muestras con 13 especies de Poliquetos, 14 de Crustáceos, 4 de Moluscos, 1 de Nemertinos y 1 de Cordados. Los Poliquetos y los Crustáceos suponen más del 95% de ejemplares, con 55.9% para los primeros y 40.2% para los segundos. Escrivá (2013) registra a distintas profundidades (0.5, 1, 2, 3, 4 y 5m) la dominancia de poliquetos en los 3m y 4m, esto se dio en Ahuir donde encontró 68 especies de las cuales 28 eran poliquetos, en Venecia fueron 80 especies siendo 40 de poliquetos, en Mareny 64 especies dominando los poliquetos con 30 especies.

En Cuba oriental Ocaña *et al.* (2012) registran un total de 30 especies de las cuales ocho son poliquetos, ocho moluscos, 13 crustáceos y un cefalocordado.

En Colombia se tiene que las densidades de la macroinfauna fluctuaron entre 118 y 638 organismos/0,04 m² pertenecientes a nueve grupos biológicos: anélidos, artrópodos, cordados, equinodermos, moluscos, nemátodos, nemertinos, platelmintos y sipuncúlidos, siendo los anélidos (poliquetos) el grupo más abundante (Sánchez *et al.*, 2011).

En Argentina, Diez (2006) indica que los organismos más abundantes fueron Bivalvia y Polychaeta, mientras que Asteroidea y Decápoda dominaron en biomasa. Las diferencias de abundancia y biomasa se correlacionaron inversamente con la profundidad.

En Chile, Lancellotti & Vásquez (2000) registran 1601 especies de macroinvertebrados bentónicos conformado por Mollusca (611), Anthozoa (31), Polychaeta (403), Crustacea (370), Echinodermata (70), Ascidiacea (40) y Demospongiae (76) corresponden a los grupos mejor representados a lo largo de la costa chilena, determinantes en el patrón

global de la biodiversidad. En otro contexto, Ramírez *et al.* (2007) indican que en sustratos blandos está dada por poliquetos y crustáceos.

Las comunidades bentónicas sean marinas o epicontinentales son todas las especies que viven en relación íntima con el fondo, ya sea para fijarse en él, para excavarlo, o para movilizarse sobre su superficie, siendo el factor básico para su establecimiento, “su relación íntima con el fondo” (Salazar *et al.*, 2001). Las especies bentónicas mayores de 1 mm de longitud, se consideran macrozoobentos (Jaramillo *et al.*, 1998).

La comunidad de las playas arenosas estudiadas de Lima (Perú) puede presentar variaciones muy grandes en cuanto a abundancia debidas a cambios o fluctuaciones en las especies dominantes; sin embargo, en todos los casos, la composición de grupos taxonómicos en la comunidad se mantiene más o menos constante, habiéndose registrado un total de 27 especies de la macrofauna. Las playas de régimen expuesto presentan 20 especies, mientras que las de poco oleaje 14 especies (Tarazona *et al.*, 1986).

La importancia de las comunidades bentónicas radica en el rol que cumplen dentro de los ciclos biogeoquímicos y en la cadena trófica del ecosistema marino y de ahí la necesidad de conocer el comportamiento de tales comunidades frente a los cambios oceanográficos estacionales, anuales o interanuales (Tarazona *et al.*, 2000).

La diversidad ha sido utilizada como indicadora del buen estado de los sistemas ecológicos Magurran (1983). Según Margalef (1983) la diversidad es baja en las aguas contaminadas debido a la eliminación de las especies menos resistentes.

Pocos son los trabajos regionales sobre el tema y la bibliografía corresponde al hemisferio norte, de escasa aplicación en nuestro medio (Varela *et al.* 1980).

El bentos es un buen reflejo de la calidad del agua debido a su permanencia relativamente larga en el sustrato y a la diferente sensibilidad de sus especies (Hawkes 1980). Se lo

emplea como indicador de contaminación, especialmente donde existe un amplio conocimiento de sus especies (Sladeczek 1973).

Se encontraron 35 familias de poliquetos para el Caribe de Costa Rica. Para una identificación más específica se trabajó con 16 familias, y se identificaron 60 taxones distribuidos en 39 géneros, de los cuales 35 se identificaron a nivel de especie y 25 hasta el nivel de género. Algunos de los ejemplares no concuerdan con ninguna de las descripciones de las especies, por lo que se considera un total de 20 posibles nuevas especies sin describir para el Mar Caribe (Bogantes 2014).

Majluf (2002) reporta que el área marina de la costa peruana es una de las más ricas del mundo en términos de biomasa y diversidad. Las características oceanográficas del mar Peruano están regidas por un complejo sistema de corrientes que dan origen a uno de los sistemas de afloramiento más importantes del mundo. Así Salzwedel *et al.* (1987) reporta información básica sobre muestras de bentos, sedimentos y factores abióticos en la plataforma continental del Perú entre 1976 y 1987.

Además, Salzwedel *et al.* (1988) realizan un estudio de la comunidad macrobentónica, antes, durante y después del evento El Niño donde reportan 467 especies de macrobentos (poliquetos 235, crustáceos 120, moluscos 73, nemertinos 7 y otros 32) donde los poliquetos más abundantes fueron *Paraprionospio pinnata* y *Magelona phyllisae*. Yupanqui *et. al.* (2007) reportan para la ensenada de Sechura 117 especies de macrozoobentos, donde los tres grupos más abundantes fueron Polychaeta (57), Crustácea (24) y Mollusca (21).

Para la región La Libertad tenemos estudios realizados por Gómez (1970) quién estudió los poliquetos intertidales en la provincia de Trujillo, encontrando que la familia mejor representada es la lumbrineridae con las especies *Lumbrineris tetraura*, *Lumbrineris*

bassi, *Lumbrineris* sp. ; Bocanegra *et al.* (1986) reporta 12 especies para las playas arenosas de Trujillo, encontrando que la especie predominante fue *Nephtys multicerrata* para las playas de Salaverry y Las Delicias; Soriano (2002) encuentra en Las Delicias 15 especies de macrofauna bentónica, destacando *Chiton* sp., *Fissurella* sp., *Littorina peruviana*, *Heliaster helianthus*. ; Flores (2013) registra para el infralitoral de Huanchaco, 17 especies de moluscos, de las cuales nueve fueron gasterópodos y ocho polyplacophoros, siendo las más abundantes *Prisogaster niger* y *Chiton cumingsii*. Así mismo Flores (2014) reportó que la diversidad del macrozoobentos estuvo conformada por 52 especies, siendo todas ellas nuevos registros para Puerto Malabrigo y 28 para la Región La Libertad, indicando que la mayor riqueza de especies se obtuvo en julio.

IMARPE - Laboratorio del Callao (1997) reporta que el número relativo de especies de poliquetos con respecto al total del macrozoobentos se mantuvo en valores superiores al 50 %. La abundancia en términos porcentuales el Polychaeta representa en todas las muestras más del 65 % del macrozoobentos. Asimismo, la biomasa total del macrozoobentos presentó un valor promedio de 1,57 g/0,1 m².

El objetivo de esta investigación fue determinar la Biodiversidad estacional del macrozoobentos mesolitoral de fondos blandos en la playa de Salaverry, La Libertad – Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

El área de estudio se ubicó entre las coordenadas 08°13'27,18''L.S - 78°58'52,8''L.W y 08°13'1,6''L.S - 78°59'0,6''L.W (Tabla 1, Figura 1), comprendió la zona mesolitoral de sustrato blando de la Playa Puerto Salaverry, Distrito de Salaverry, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertad.

Tabla 1. Estaciones de muestreo ubicadas en Salaverry – La Libertad.

Transecto	Estaciones	Latitud Sur			Longitud Oeste		
		(°)	(')	(")	(°)	(')	(")
A	A1	8	13	27,00	78	58	52,80
	A2	8	13	27,11	78	58	53,04
	A3	8	13	27,18	78	58	53,40
B	B1	8	13	20,70	78	58	53,60
	B2	8	13	20,86	78	58	54,12
	B3	8	13	21,02	78	58	54,44
C	C1	8	13	6,30	78	58	55,50
	C2	8	13	6,57	78	58	55,92
	C3	8	13	6,89	78	58	56,28
D	D1	8	13	1,60	78	58	59,80
	D2	8	13	1,90	78	59	0,24
	D3	8	13	2,23	78	59	0,60

Por presentar distintas características morfodinámicas; se establecieron cuatro transectos horizontales a la línea de orilla, distanciados en 150m. geo-referenciados con un GPS GARMIN Oregon 450.

En cada transecto se fijaron tres estaciones de muestreo perpendiculares a la línea de orilla con una separación de 10 m entre ellas.

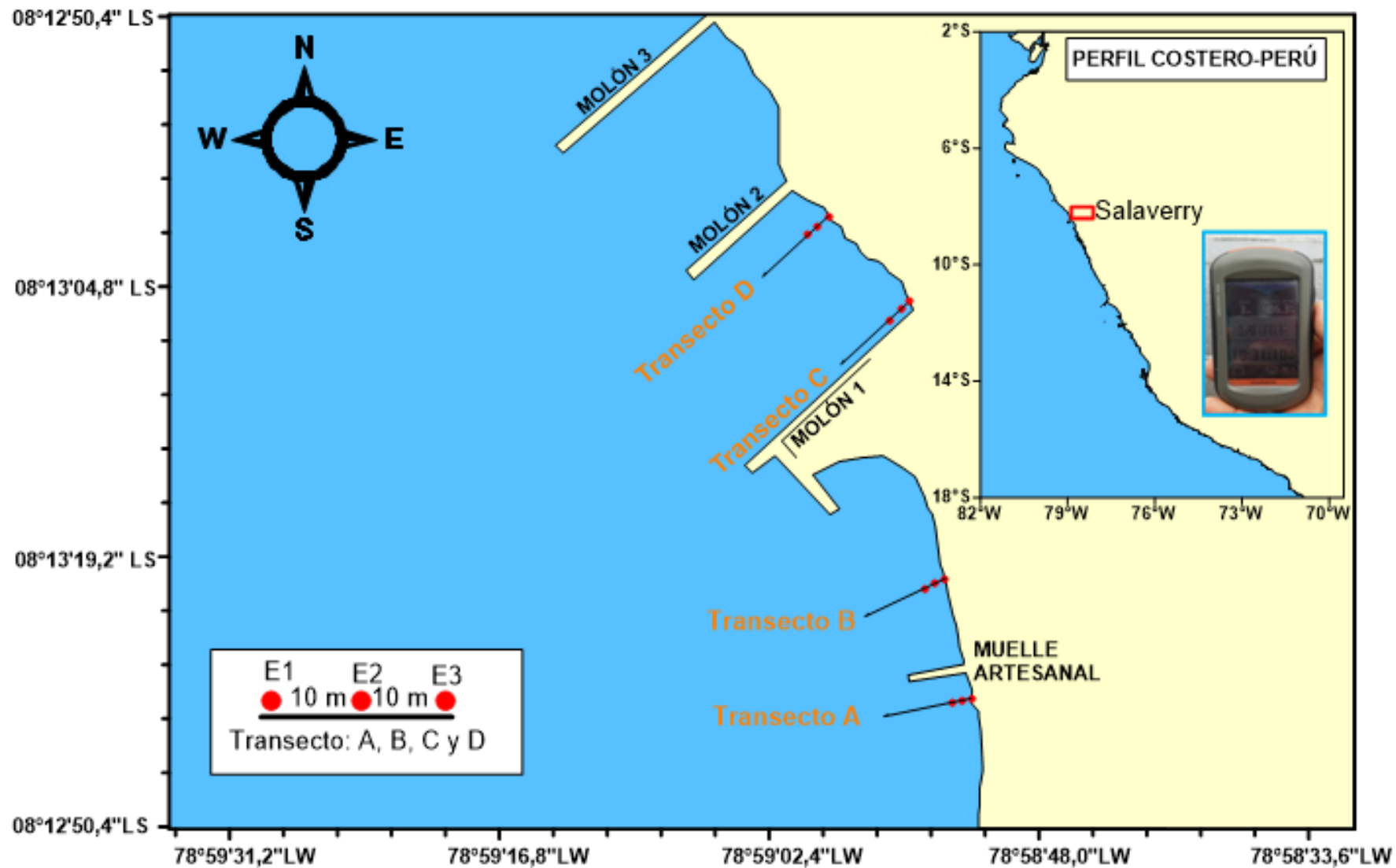


Figura 1. Área de estudio con las estaciones de muestreo ubicadas en Salaverry – La Libertad, setiembre 2015 a marzo 2016.

El periodo de estudio comprendió de setiembre 2015 a marzo 2016. La toma de muestras se realizó con una periodicidad quincenal. La Temperatura Superficial del Mar (TSM) se midió “in situ”, colectando muestras de agua con un balde plástico de 20 L. Se realizó registros de temperatura con un termómetro de sensibilidad de $0,1^{\circ}\text{C}$ (Figura 2), estos datos fueron trabajados en Excel donde se calculó la temperatura promedio por mes y transecto para hacer la comparación con el patrón de temperaturas establecido por IMARPE, así se determinó la anomalía térmica superficial del mar (ATSM). Las muestras para salinidad se depositaron en frascos de 250 ml y se analizaron en el laboratorio por el método de conductividad e inducción mediante un PORTASAL Guildline modelo 8410^a serie: 70178.



Figura 2. Termómetro para medición de temperatura y toma de muestra de agua en Salaverry – La Libertad.

Para los muestreos de bentos marino se utilizó un cilindro de Penchaszadeh de 0.028 m^2 . Se extrajeron en cada muestreo de los transectos A, B, C y D una muestra de cada estación (E1, E2 y E3) distanciadas 10m una de otra, para el estudio de comunidades de la macroinfauna, esta se lavó en una bolsa de malla de 1000 u, los organismos retenidos se

preservaron con formol al 5% en frascos rotulados de 250 ml. Una muestra adicional se tomó para análisis granulométrico, que se depositó en bolsas plásticas previamente etiquetadas para ser procesadas en el Laboratorio Costero de Huanchaco – IMARPE (Figura 3).



Figura 3. Colección y conservación del material biológico en la playa de Salaverry – La Libertad.

Laboratorio donde los organismos fueron separados del sedimento y colocados de forma manual en frascos de penicilina (Figura 4), para la determinación taxonómica se utilizó un microscopio óptico marca JENOPTIK ProgRes C5 además de un estereoscopio marca LEICA DFC450 C, gotero, pinzas, estiletes, placas Petri, estuche de disección (Figura 5).

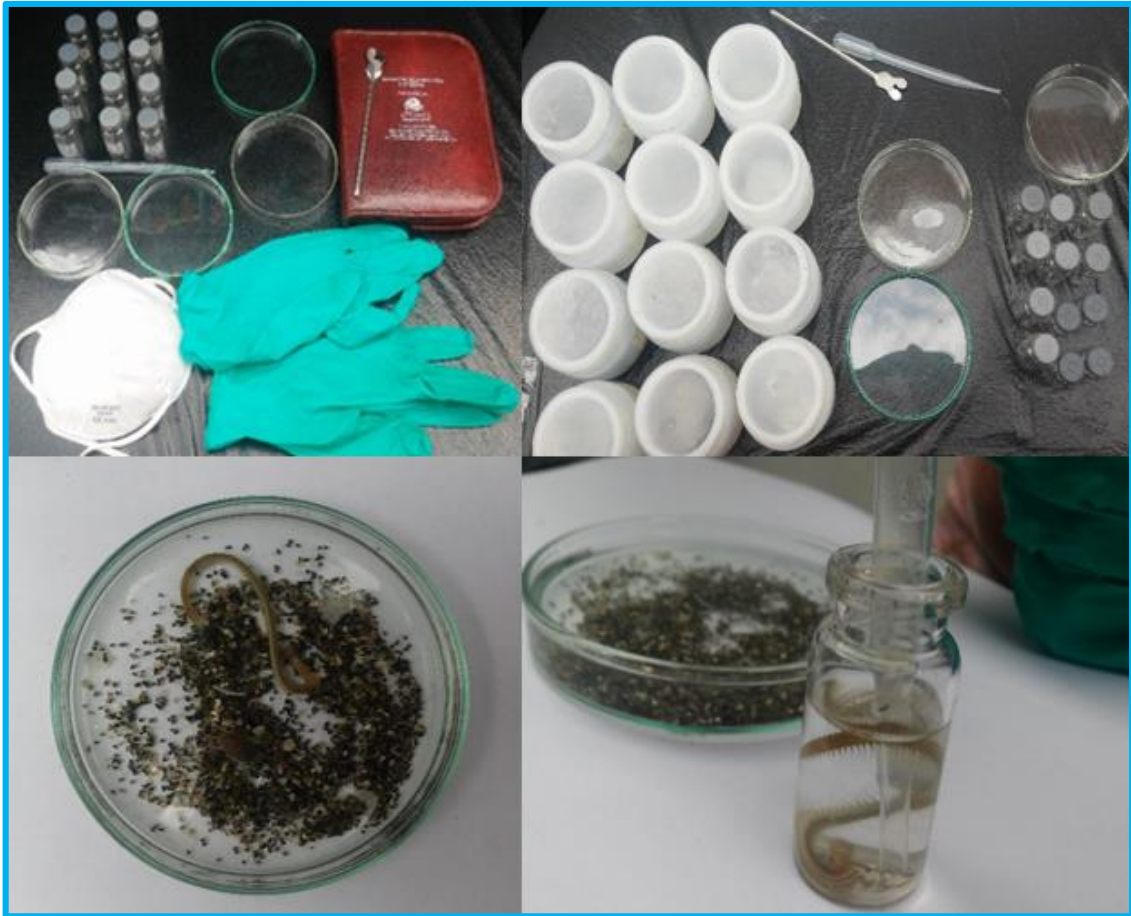


Figura 4. Acondicionamiento de las muestras obtenidas en frascos de penicilina, Salaverry – La Libertad.

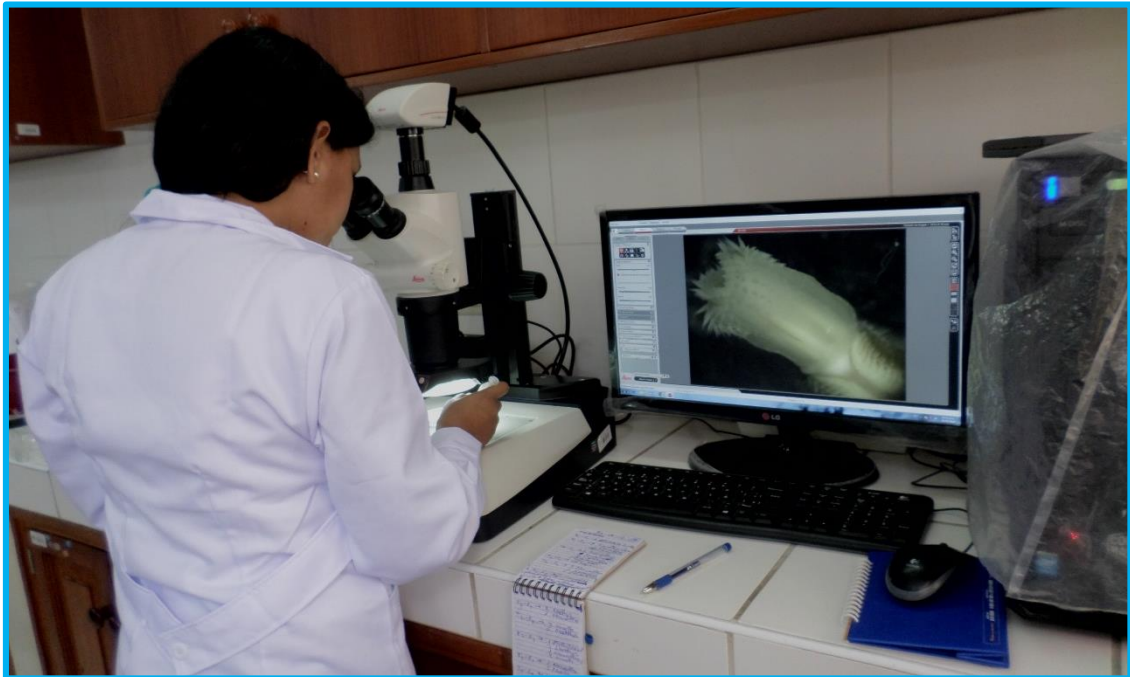


Figura 5. Identificación de las muestras en el estereoscopio óptico binocular, Salaverry – La Libertad.

Para la identificación de especies de macrozoobentos se utilizó la clave para la identificación de anélidos de Perrier (1935), lista de crustáceos del Perú de Chirinchigno (1970), la Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú de Álamo y Valdivieso (1997), el Libro Rojo de Invertebrados Marinos de Colombia de Ardila *et al.* (2002), la Guía Ilustrada de los Gasterópodos Marinos de la Bahía de Tenacatita-México Gonzales (2005), el catálogo de Invertebrados Marinos de la Región La Libertad del IMARPE – Laboratorio Costero de Huanchaco (2009), y las investigaciones realizadas por Ramírez *et al.* (2003), Paredes y Cardoso (2007), De León *et al.* (2009), Flores (2013) y Flores (2014).

Granulometría

Se realizó la granulometría del sedimento para todas las estaciones de muestreo por transecto, el cual se trabajó con 100g de arena, la cual fue secada en una estufa a 60°C y luego se pasó al cernidor los cuales fueron pasadas por una columna de diferentes tamices que fueron de 0,5mm (Arena gruesa), 0,25mm (Arena media), 0,125mm (Arena fina) y 0,063mm (Arena muy fina), el cual separó el sedimento de acuerdo a su diámetro de grano (Figura 6), así se determinó el tipo de sedimento que hay en la playa de Salaverry en los puntos trabajados. El resultado para la clasificación granulométrica se trabajó en el programa Gradistat v8.



Figura 6. Peso y tamizado del sedimento para el análisis granulométrico, Salaverry – La Libertad.

Salinidad

La determinación de la salinidad se realizó en un salinómetro Guildline PORTASAL 8410A serie: 70178 (Figura 7), el equipo se encendió tres horas antes de proceder a los análisis, una vez que la pantalla indicó la temperatura de 24°C el cual es el valor de calibración (la luz de la pantalla empieza a parpadear). Se abrió la botella de muestra y fue colocada en el soporte, se procedió a introducir la manguera, asegurándose que la manguera de succión llegue a la mitad del frasco para garantizar un flujo constante. Además, se giró el FLOW RATE hasta la mitad y se activó la bomba auxiliar de succión, a continuación, se dejó que las celdas de conductividad se llenen con el agua de la muestra; en caso que las celdas no se llenaran completamente, se desactivará la bomba auxiliar y se debe tapar el orificio FLUSH con el dedo momentáneamente, para drenar toda el agua, se repitió tres veces el drenado de agua, entonces se puso el interruptor de FUNCION en la posición READ. Luego se presionó la tecla COND para dejar que se

estabilice la lectura y anotar, para visualizar el valor de salinidad se presionó la tecla SAL y se anotó el resultado. Se giró el interruptor de FUNCION en STDBY para el drenado y el llenado de las celdas de conductividad con la siguiente muestra.



Figura 7. Lectura de la salinidad en el PORTASAL, Salaverry – La Libertad.

Para determinar la abundancia del macrozoobentos se utilizó un método cuantitativo, para lo cual se hizo el conteo del número de organismos de la misma especie presente en el área muestreada. Los valores de los índices de diversidad se obtuvieron mediante el programa computacional Primer-E V 6.0 y Past 3.0.

Para determinar los índices de diversidad se aplicó el criterio de Magurran (2004).

Índice de Shannon – Wiener (H')

Se usó para medir la diversidad de especies, se expresa con un número positivo. Un valor alto indica una diversidad alta, influenciado por una gran cantidad de taxones o una distribución más equitativa de estas. El valor del índice es cero en los casos en que todos los individuos recogidos pertenecen a un solo grupo taxonómico (Magurran, 2004).

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Margalef (d')



Estima la biodiversidad en base a la distribución numérica de los individuos de diferentes especies en función al número de individuos de la estación. Así, los valores menores de dos (<2) indica una baja biodiversidad y valores mayores de dos (>2) indica una alta biodiversidad (Magurran, 2004).

$$d' = (S - 1) / \ln N$$

S: riqueza

N: abundancia

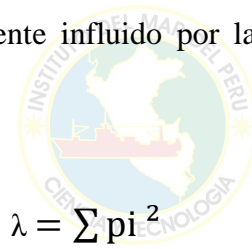
Índice de Equidad de Pielou (J')

Se aplicó para medir la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Los valores van de cero a uno, donde valores mayores a 0,8 indican una comunidad en equilibrio, es decir son igualmente abundantes y valores menores a 0,8 tiene una distribución con dominancia de una especie (Magurran, 2004).

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

Índice de Simpson (λ)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran 2004).



$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Similitud de Bray-Curtis

Se utilizó para medir la similaridad en abundancia de las especies dentro de una estación, si dos muestras son iguales toman el valor de 100 y si son diferentes en abundancia se aproximan a 0, siendo el valor crítico 50%.

$$B = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{jk}|}{\sum_{i=1}^S |X_{ij} + X_{jk}|}$$

Donde:

B = medida de Bray-Curtis entre las muestras j y k.

X_{ij} = número de individuos de la especie i en la muestra j.

X_{ik} = número de individuos de la especie i en la muestra k.

S = número de especies.

Además, se determinó la magnitud del Impacto en los Ecosistemas Acuáticos con el indicador de rangos de índices del estado de biodiversidad (Tabla 2) de acuerdo a PRODUCE (2008).

Tabla 2. Indicador de rangos del estado de la biodiversidad de organismos bentónicos

Parámetro	Compatible =1	Moderado = 2	Severo =3	Crítico = 4
Diversidad(bits/ind)	> 3	> 2 - 3	1 - 2	< 1

Fuente: PRODUCE, 2008.

RESULTADOS

En cuanto al macrozoobentos de la playa Salaverry se registraron 666 individuos de macrozoobentos en una lista taxonómica de cuatro Phylum, cinco clases y 19 familias.

PHYLUM ANNELIDA

Clase Polychaeta

Familia Lumbrineridae

Especie *Lumbrineris coccinea*. Renier, 1804 (Figura 8)



Figura 8. *Lumbrineris coccinea*

Especie *Lumbrinereis* sp. (Figura 9)

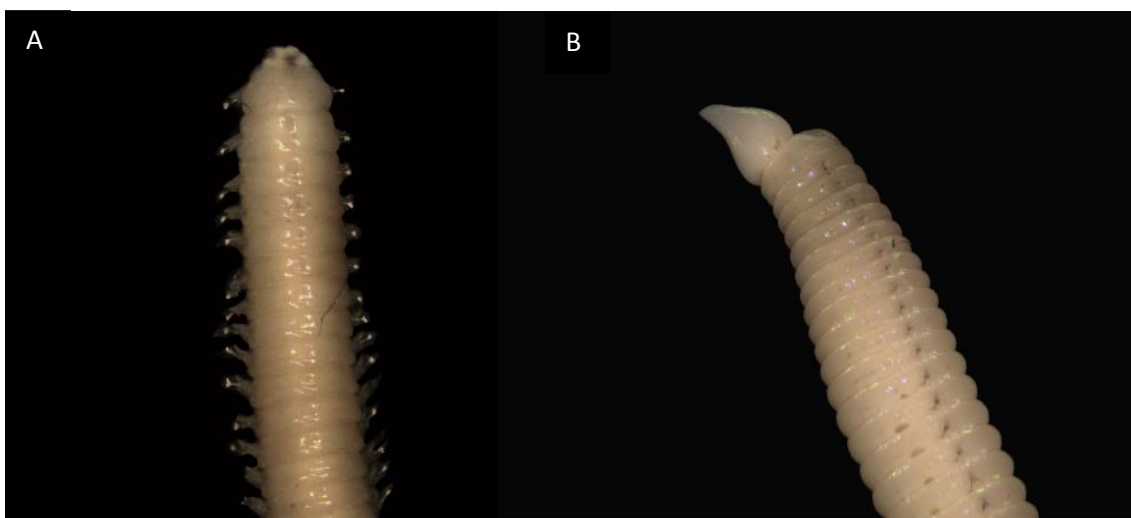


Figura 9. *Lumbrinereis* sp.; A) Pigidio, B) Prostomio

Familia Glyceridae

Especie *Glycera sp.* Savigny, 1818 (Figura 10)



Figura 10. *Glycera sp.*; A) Faringe evertida, B) Pigidio con apéndices, escala 1mm

Familia Nephtyidae

Especie *Nephtys sp.* Cuvier, 1817 (Figura 11)

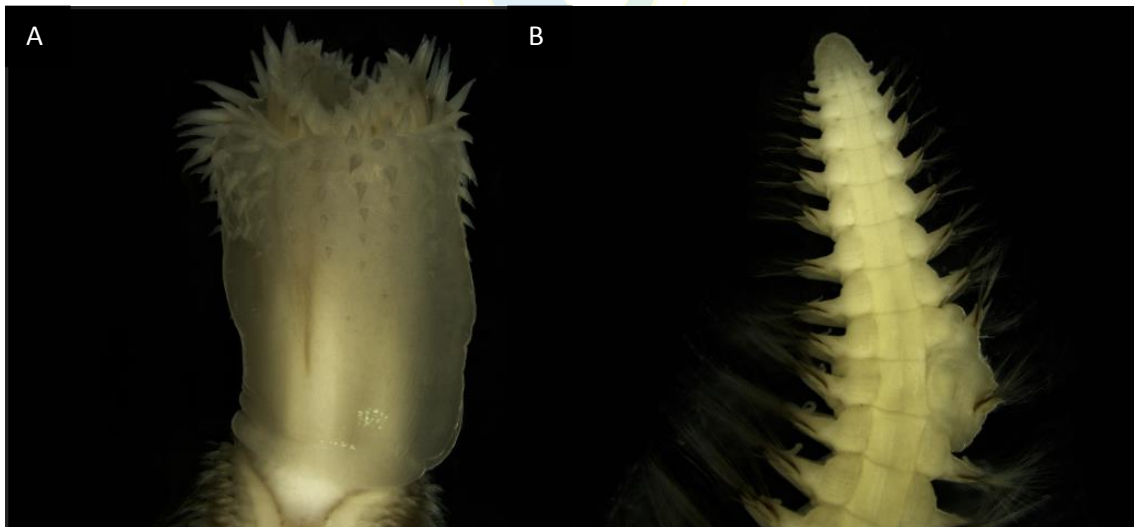


Figura 11. *Nephtys sp.*; A) Faringe vista ventral, B) Pigidio

Familia Nereididae

Especie *Nereis sp.* Linnaeus, 1758 (Figura 12)



Figura 12. *Nereis sp.*; A) Prostomio, B) Pigidio, escala 1mm

Familia Pilargidae

Especie No determinada (Figura 13)



Figura 13. Pilargidae, escala 2mm

Familia Capitellidae

Especie *Capitella capitata*. Fabricius, 1780 (Figura 14)



Figura 14. *Capitella capitata*

Familia Spionidae

Especie No determinada (Figura 15)

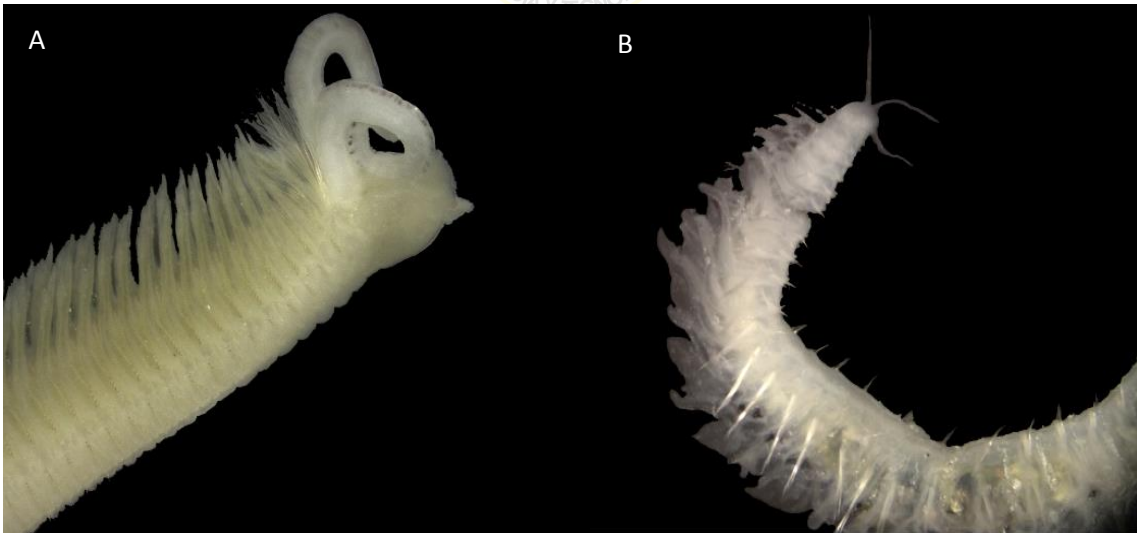


Figura 15. Spionidae; A) Prostomio, B) Pigidio

Familia Orbiniidae

Especie No determinada (Figura 16)



Figura 16. Orbiniidae

PHYLUM NEMERTEA

Clase Anopla

Familia

Especie Nemertino sp1. (Figura 17)



Figura 17. Nemertino

Familia

Especie Nemertino sp2. (Figura 18)



Figura 18. Nemertino

Familia

Especie Nemertino sp3. (Figura 19)



Figura 19. Nemertino

Familia

Especie Nemertino sp4. (Figura 20)



Figura 20. Nemertino

PHYLUM MOLLUSCA

Clase Gastropoda

Familia Marginellidae



Especie *Prunum curtum*. Sowerby I, 1832 (Figura 21)



Figura 21. *Prunum curtum*; A) Vista dorsal, B) Vista ventral

Clase Bivalvia

Familia Donacidae

Especie *Donax obesulus* Reeve, 1854 (Figura 22)

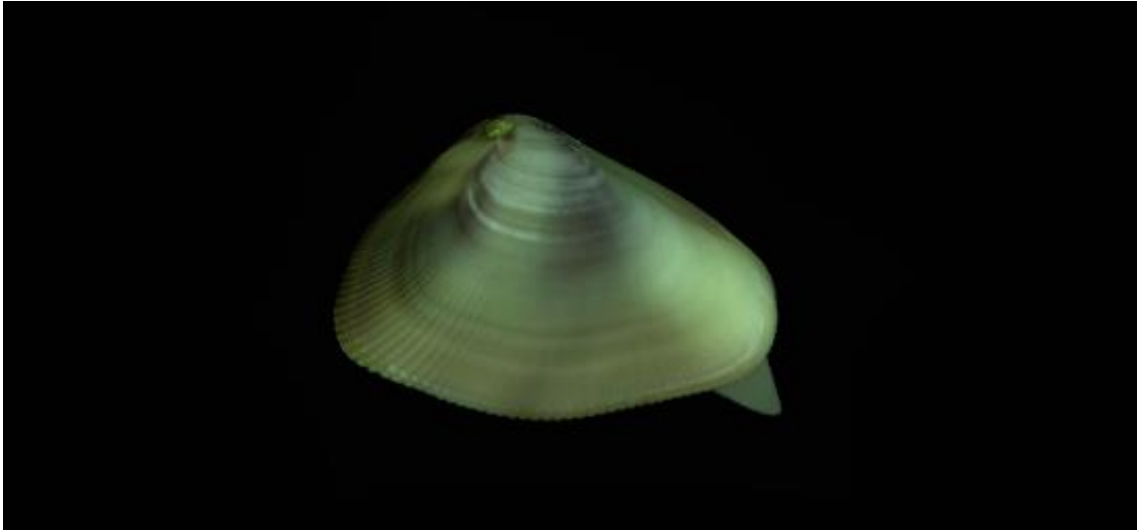


Figura 22. *Donax obesulus*

PHYLUM ARTHROPODA

Clase Malacostraca (Subphylum Crustacea)

Familia

Especie *Anfípodo* Latreille, 1816 (Figura 23)

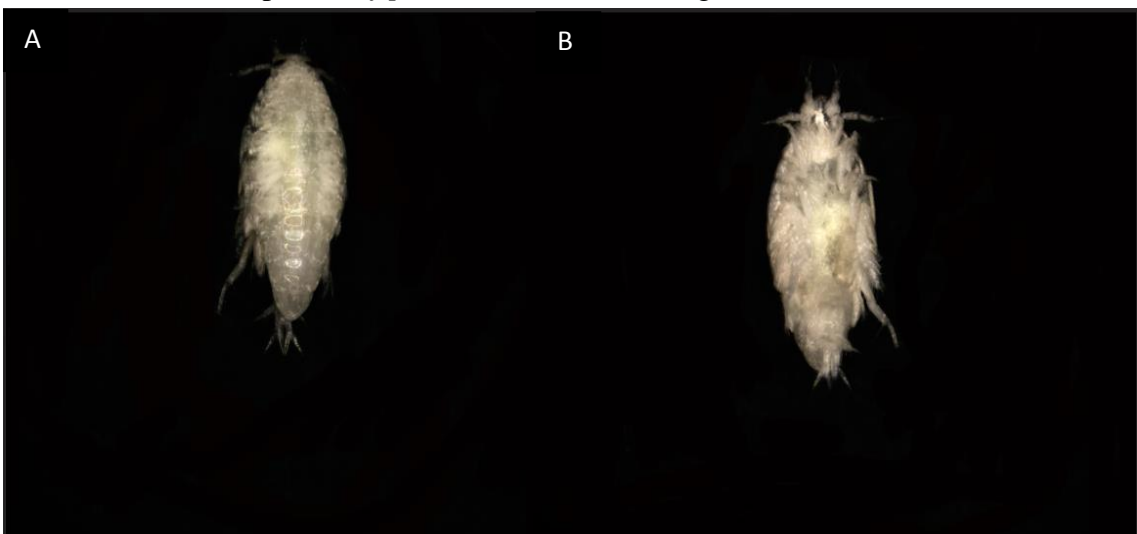


Figura 23. *Anfípodo*; A) Vista dorsal, B) Vista ventral

Familia Alpheidae

Especie *Alpheus sp.* Fabricius, 1798 (Figura 24)



Figura 24. *Alpheus sp.*, escala 2mm

Familia Callianassidae

Especie *Callianassa uncinata* H. Milne-Edwards, 1837 (Figura 25)

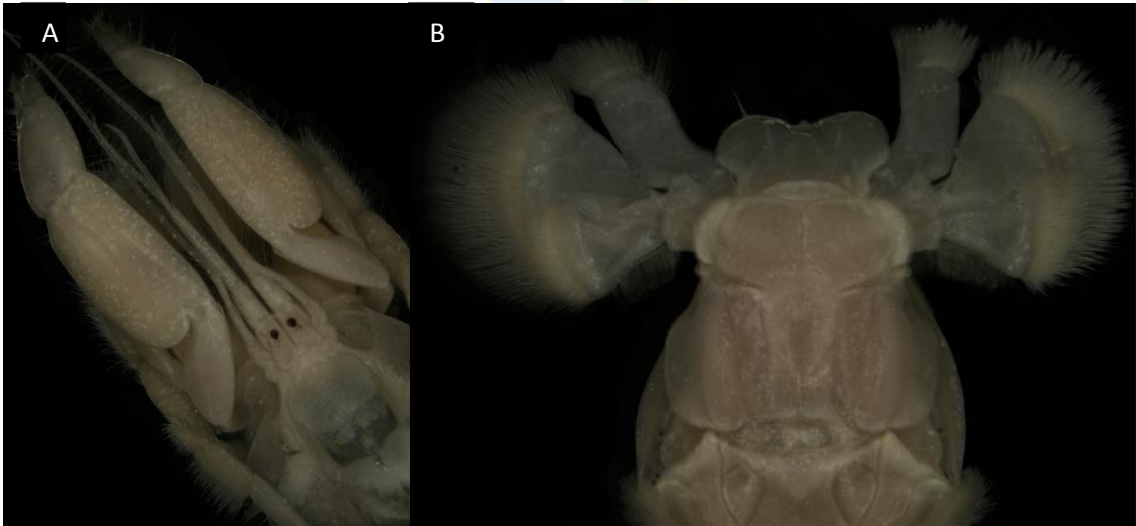


Figura 25. *Callianassa uncinata*; A) Cefalotórax, B) Telson, escala 2mm

Familia Xanthidae

Especie No determinada (Figura 26)

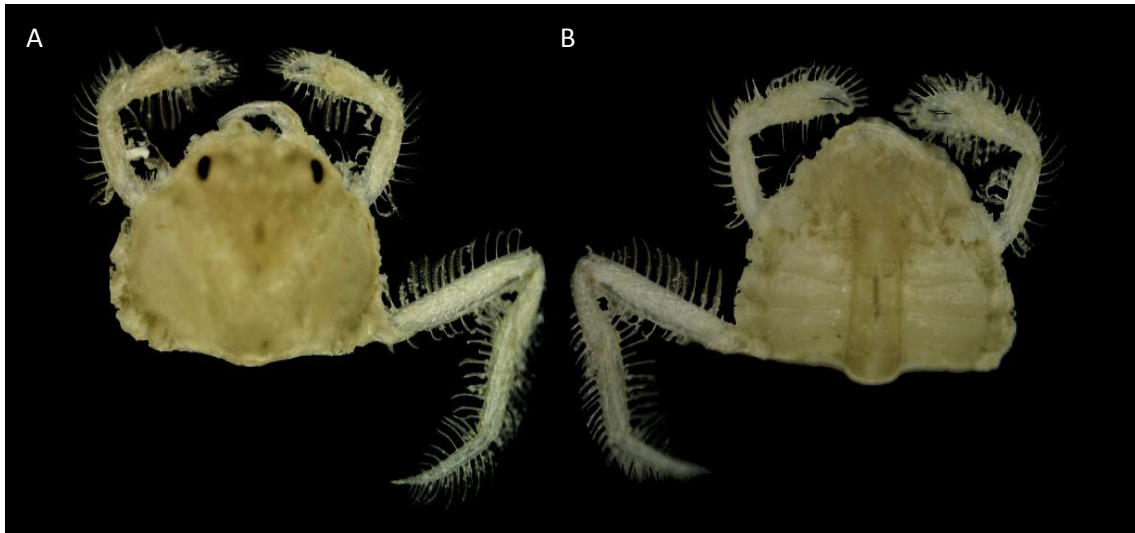


Figura 26. Xanthidae; A) Vista dorsal, B) Vista ventral, escala 0.5mm

Familia Porcellanidae

Especie No determinada (Figura 27)

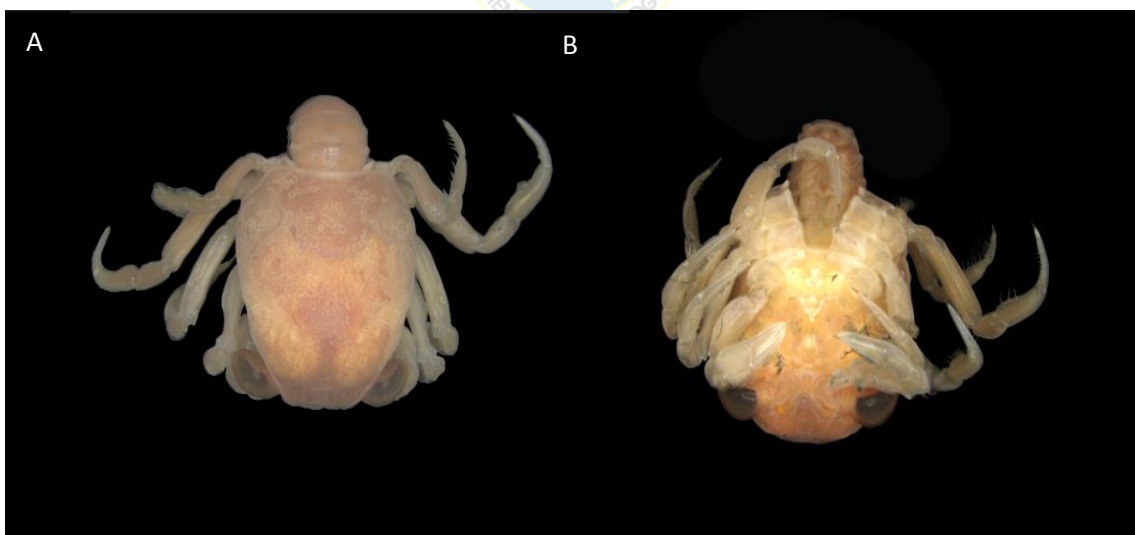


Figura 27. Porcellanidae; A) Vista dorsal, B) Vista ventral

Familia Pinnotheridae

Especie *Pinnixa transversalis* Edwards & Lucas, 1842 (Figura 28)



Figura 28. *Pinnixa transversalis*; A) Vista dorsal, B) Vista ventral

Familia Platyxanthidae

Especie *Platyxanthus* sp. A. Milne-Edwards, 1863 (Figura 29)

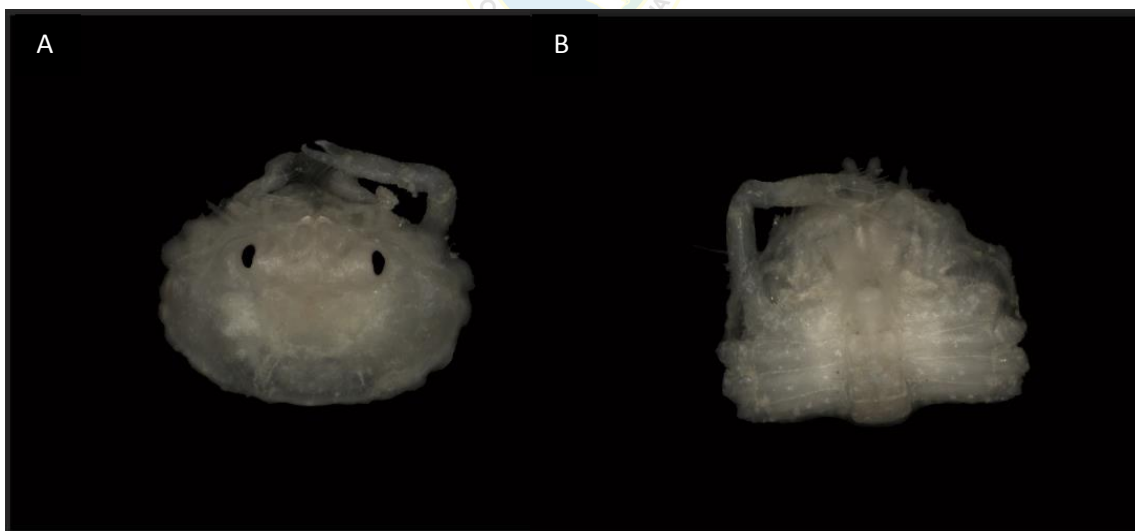


Figura 29. *Platyxanthus* sp.; A) Vista dorsal, B) Vista ventral

Familia Hippidae

Especie *Emerita analoga* Stimpson, 1857 (Figura 30)



Figura 30. *Emerita analoga*; A) Vista dorsal, B) Vista ventral

Familia Cirolanidae

Especie *Excirolana* sp. (Figura 31)

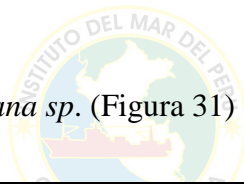


Figura 31. *Excirolana* sp., escala 1mm

Familia Mysidae

Especie *Paramysis arenosa* Sars, 1877 (Figura 32)



Figura 32. *Paramysis arenosa*, escala 2mm

Se colectaron un total de 666 especímenes agrupados en cinco clases y congregadas en 9 órdenes, siendo las especies más representativas las pertenecientes a la familia Nephtyidae.

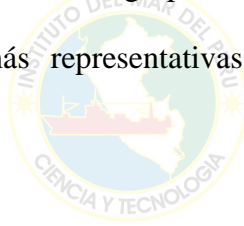


Tabla 3. Composición de especies identificadas de poliquetos en la playa de Salaverry-La Libertad.

PHYLUM	CLASE	SUBCLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
ANNÉLIDA	POLYCHAETA	Errantia	Eunicida	Lumbrineridae	Lumbrineris	<i>Lumbrineris coccinea</i> (Renier, 1804)
		Errantia	Eunicida	Lumbrineridae	Lumbrinereis	<i>Lumbrinereis</i> sp.
		Errantia	Phyllodocida	Glyceridae	Glycera	<i>Glycera</i> sp. (Savigny, 1818)
		Errantia	Phyllodocida	Nephtyidae	Nephtys	<i>Nephtys</i> sp. (Cuvier, 1817)
		Errantia	Phyllodocida	Nereididae	Nereis	<i>Nereis</i> sp. (Linnaeus, 1758)
		Errantia	Phyllodocida	Pilargidae	No determinada	No determinada (Saint-Joseph, 1899)
		Sedentaria		Capitellidae	Capitella	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)
		Sedentaria	Spionida	Spionidae	No determinada	No determinada (Grube, 1850)
		Sedentaria		Orbiniidae	No determinada	No determinada (Hartman, 1942)
NEMERTEA	ANOPLA	No determinada	No determinada	No determinada	No determinada	<i>Nemertino</i> sp.
MOLLUSCA	GASTROPODA	Caenogastropoda	Neogastropoda	Marginellidae	Prunum	<i>Prunum curtum</i> (Sowerby I, 1832)
	BIVALVIA	Heterodonta	Cardiida	Donacidae	Donax	<i>Donax obesulus</i> (Reeve, 1854)
ARTHROPODA	MALACOSTRACA (Subphylum Crustacea)	Eumalacostraca	Amphipoda			<i>Anfipodo</i> (Latreille, 1816)
		Eumalacostraca	Decapoda	Alpheidae	alpheus sp.	<i>Alpheus</i> sp. (Fabricius, 1798)
		Eumalacostraca	Decapoda	Callianassidae	Callianassa	<i>Callianassa uncinata</i> (H. Milne-Edwards, 1837)
		Eumalacostraca	Decapoda	Xanthidae	No determinada	No determinada (MacLeay, 1838)
		Eumalacostraca	Decapoda	Porcellanidae	No determinada	No determinada (Haworth, 1825)
		Eumalacostraca	Decapoda	Pinnotheridae	Pinnixa	<i>Pinnixa transversalis</i> (H. Milne-Edwards & Lucas, 1842)
		Eumalacostraca	Decapoda	Platyxanthidae	Platyxanthus	<i>Platyxanthus</i> sp. (A. Milne-Edwards, 1863)
		Eumalacostraca	Decapoda	Hippidae	Emerita	<i>Emerita analoga</i> (Stimpson, 1857)
		Eumalacostraca	Isopoda	Cirolanidae	Excirrolana	<i>Excirrolana</i> sp
		Eumalacostraca	Mysida	Mysidae	Paramysis	<i>Paramysis arenosa</i> (Sars, 1877)

Tabla 4. Número de individuos por Phylum para cada transecto (A, B, C y D) en la playa Salaverry de setiembre 2015 a febrero 2016.

PHYLUM	TRANSECTO A	TRANSECTO B	TRANSECTO C	TRANSECTO D	TOTAL
ANNÉLIDA	46	52	80	146	324
NEMERTEA	28	39	76	51	194
MOLLUSCA	0	1	7	13	21
ARTHROPODA	11	7	56	53	127
TOTAL	85	99	219	263	666

Se presentó una mayor frecuencia de especies de poliquetos y nemertinos, obteniendo en mayor proporción *Nephtys sp.* y *Nemertino sp.* siendo estas las que estuvieron presentes en todos los transectos, sobresaliendo en los transectos C y D (Tabla 4, Figura 33).

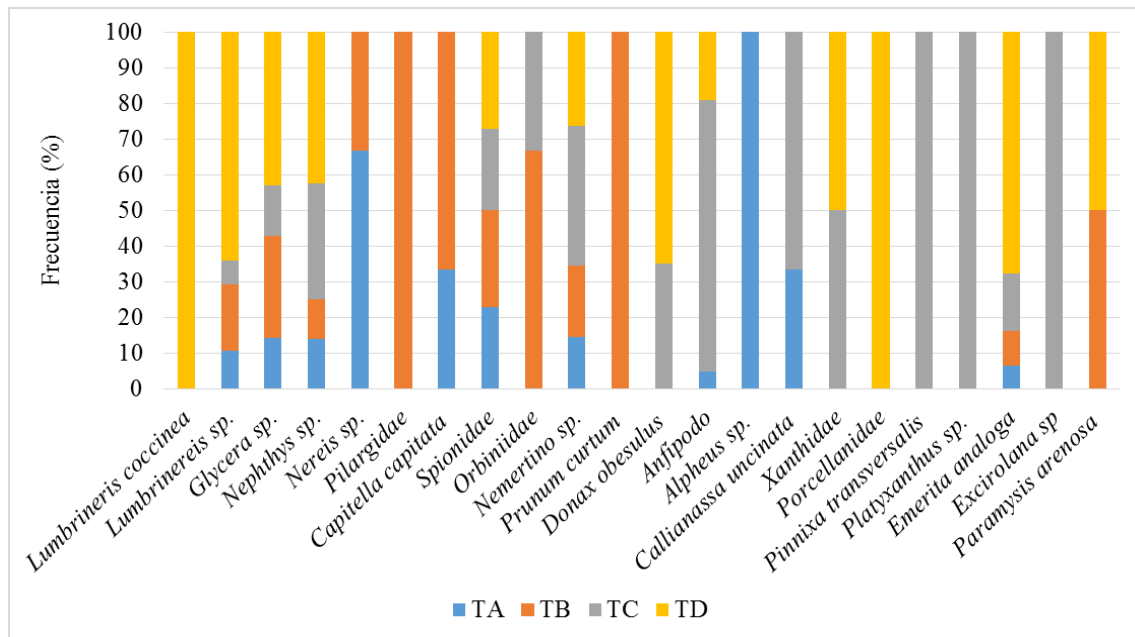


Figura 33. Frecuencia de especies en los transectos A, B, C y D de la playa Salaverry.

En cuanto al índice de diversidad alfa (α): los valores de riqueza de Margalef registrados para la estación de primavera oscilaron de 2,62 en el transecto C y 1,55 en el transecto D. mientras que en la estación de verano los valores de riqueza registrados variaron de 1,75 en el transecto B y 1,08 en el transecto A. Para el índice de Shannon Wiener (Diversidad) en primavera el transecto C registró el mayor índice con 2,63 y en verano el transecto D

presentó la mayor diversidad; por otro lado el índice de Pielou, en primavera osciló entre 0,71 en el transecto C y 0,78 en el transecto A, en cuanto a la estación de verano fue de 0,62 a 0,77 en los transectos C y A (Tabla 5, Figura 34).

Tabla 5. Índices de diversidad en las estaciones de primavera y verano para los transectos A, B, C y D de la Playa de Salaverry.

Transectos	S	N	Riqueza específica (Margalef)	Equitatividad J' (Pielou)	Diversidad H' (Shannon wiener)	Dominancia D (Simpson)	
Primavera	A	10	69	2,13	0,78	2,59	0,79
	B	10	68	2,13	0,76	2,54	0,78
	C	13	98	2,62	0,71	2,63	0,75
	D	9	172	1,55	0,72	2,29	0,76
Verano	A	4	16	1,08	0,77	1,53	0,64
	B	7	31	1,75	0,71	1,99	0,69
	C	8	121	1,46	0,62	1,86	0,65
	D	8	91	1,55	0,76	2,27	0,75

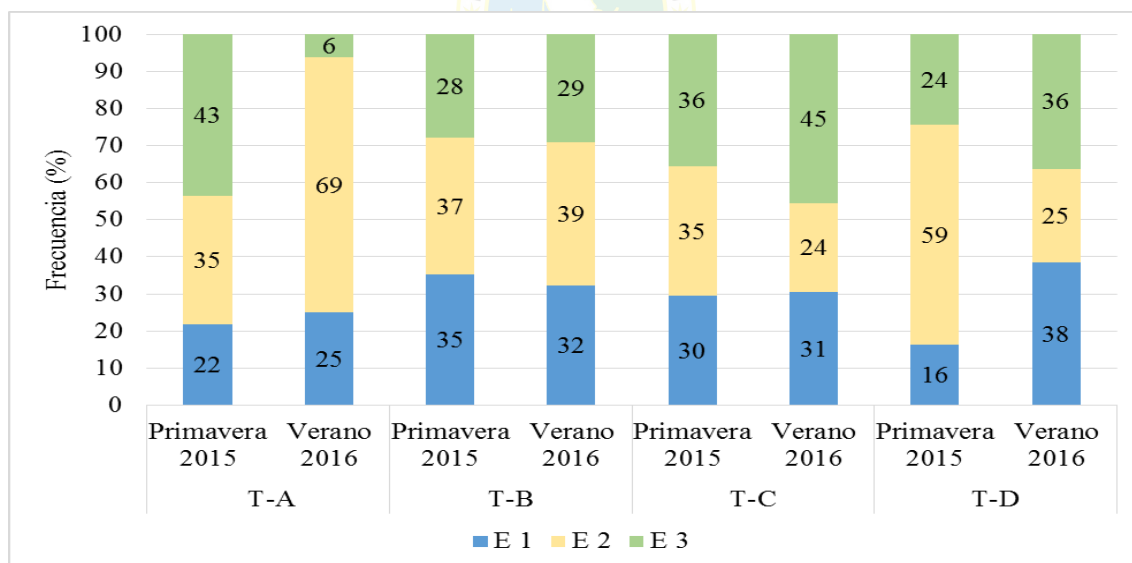


Figura 34. Frecuencia de individuos por estación y transecto durante la época de primavera y verano en la playa de Salaverry.

En cuanto al índice de diversidad alfa (α), de Margalef (Riqueza específica) por transecto indica que los transectos B y C son los que presentan la mayor riqueza con valores de

2,39 y 2,41 respectivamente, para el índice de Shannon Wiener (Diversidad) los transectos B y D son los de mayor diversidad de especies presentando valores de 2,56 y 2,55; por otro lado Pielou (Equidad), registró valores de 0,66 a 0,73 (Tabla 6).

Tabla 6. Índices de diversidad en los transectos A, B, C y D de la Playa de Salaverry.

	Especies	Individuos	Riqueza específica (Margalef)	Equitatividad J' (Pielou)	Diversidad H (Shannon wiener)	Dominancia D (Simpson)
Transecto A	11	85	2,25	0,73	2,51	0,77
Transecto B	12	99	2,39	0,72	2,56	0,77
Transecto C	14	219	2,41	0,66	2,51	0,76
Transecto D	12	263	1,97	0,71	2,55	0,79

De acuerdo a los valores obtenidos mediante el índice de Margalef, se logró clasificar a las unidades de muestreo B y C como sitios de alta biodiversidad, considerando los criterios para la interpretación de este índice, la menor riqueza específica se registró en las unidades de muestreo A y D (Figura 35).

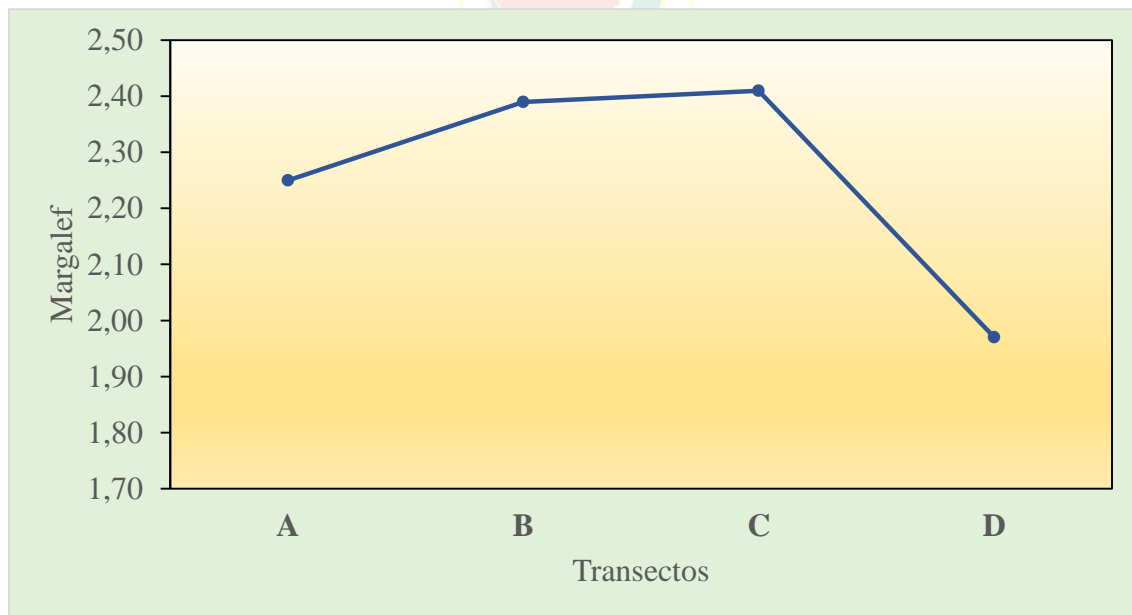


Figura 35. Variación del índice de Margalef en los diferentes transectos A, B, C y D en la playa Salaverry.

Los índices de Pielou muestran que la abundancia de especies fue semejante en los transectos A, B y D, cuyos valores fueron cercanos a 1, que indica como las más equilibradas entre los diferentes taxones presentes, por otra parte, el transecto con el índice de menor valor fue el C, esto se debe principalmente al predominio en número de individuos de poliquetos (Figura 36).

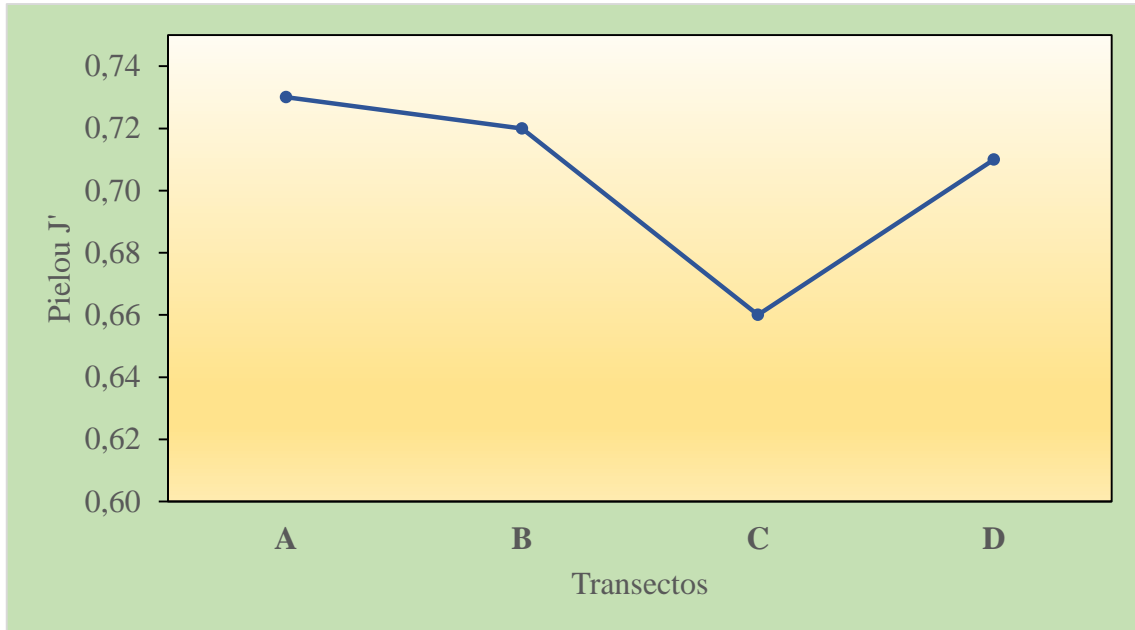


Figura 36. Variación del índice de Pielou en los diferentes transectos A, B, C y D en la playa Salaverry.

El índice de Shannon se relacionó directamente con el de Pielou, en ese sentido, los valores de Shannon para los transectos B y D, fueron indicadores de alta biodiversidad. (Figura 37).

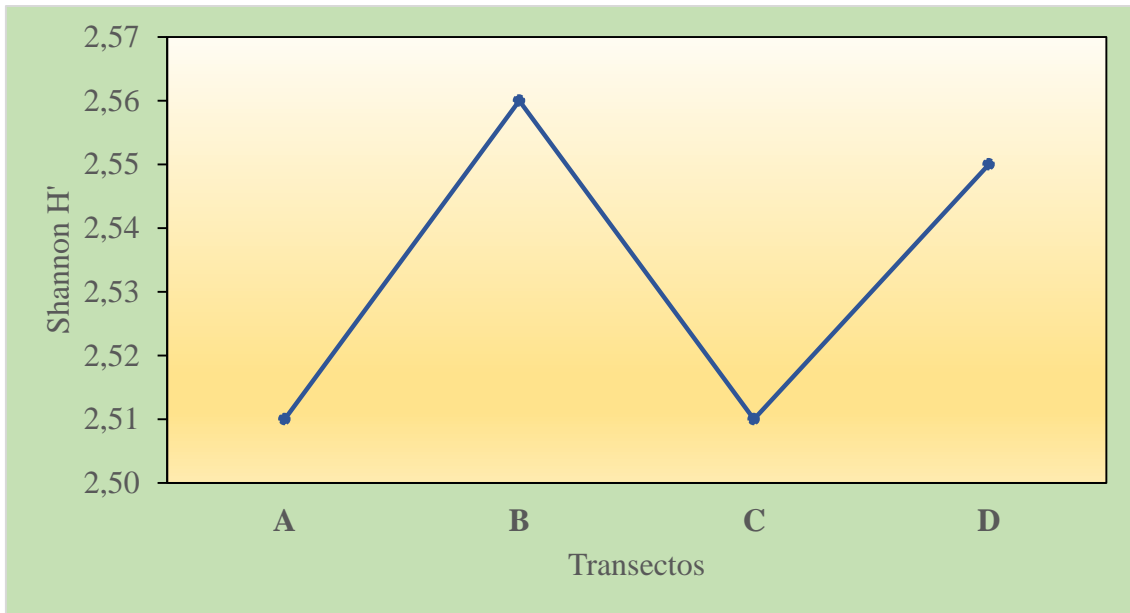


Figura 37. Variación del índice de Shannon en los diferentes transectos A, B, C y D en la playa Salaverry.

El análisis del dendograma obtenido a partir de la matriz de similitud de Bray-Curtis entre transectos permitió diferenciar al 50% de similitud la formación de grupos o cluster en la playa de Salaverry.

El primer grupo formado por los transectos A y B con una similitud en abundancia de las diferentes especies con 68%, el segundo grupo por C y D con 54%. (Figura 38).

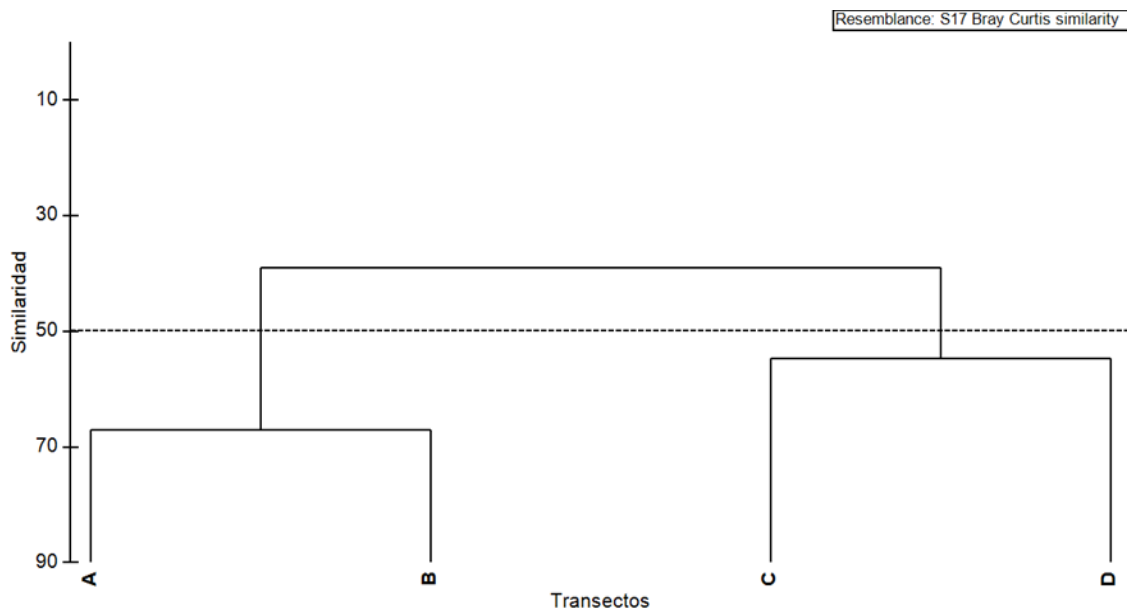


Figura 38. Valores de similitud entre los diferentes transectos.

Los valores más altos de similitud las muestran especies de poliquetos, (Figura 39) que sustentan la cercanía de los transectos A - B y C - D.

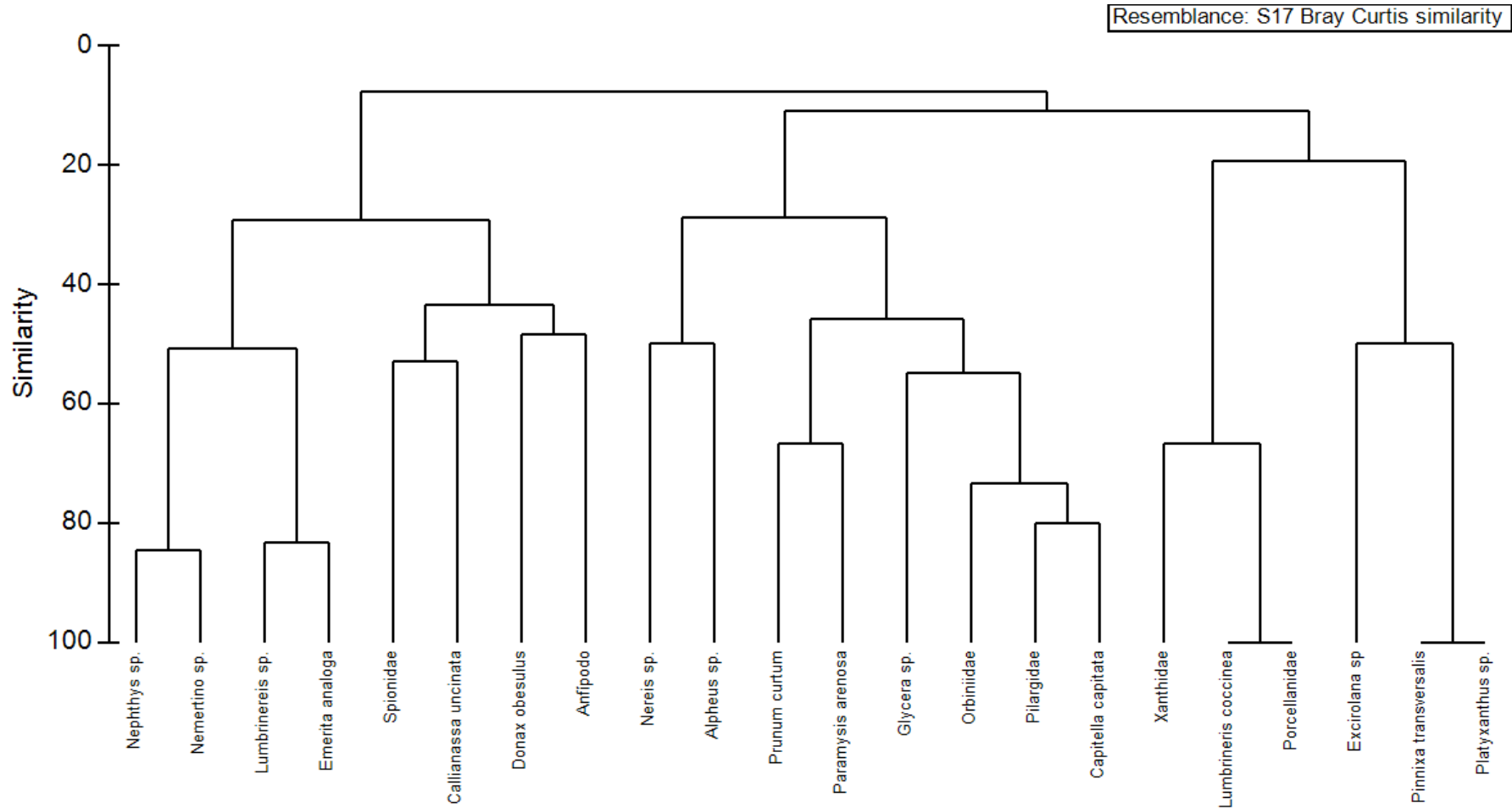


Figura 39. Valores de similitud en abundancia entre especies en los transectos A, B, C y D de la playa Salaverry.

Las curvas de k- dominancia, utilizadas para visualizar los perfiles o curva de diversidad, indicaron que la curva con mayor pendiente señala la diversidad más baja para una determinada estación o lugar evaluado.

En los transectos A, B y C presentaron similar dominancia de especies mientras que el transecto D registro el valor más alto, estas curvas complementaron lo encontrado utilizando el índice de Shannon-Wiener (Figura 40).

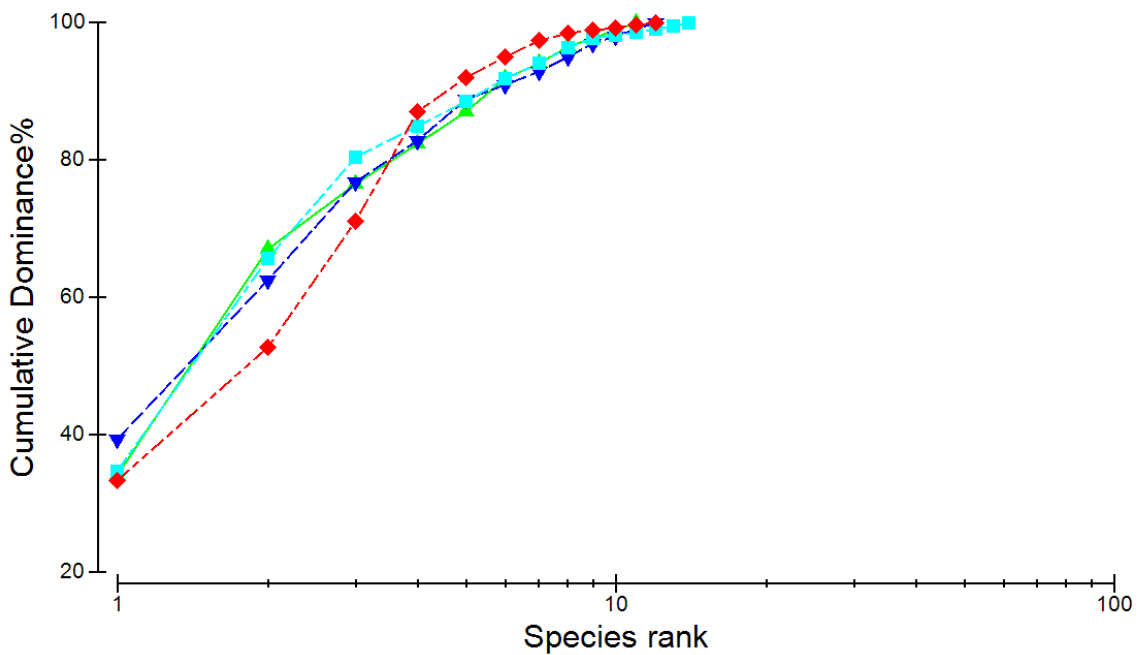


Figura 40. Dominancia acumulativa en el ranking de especies en los transectos A (▲), B (▼), C (■) y D (◆) en la playa de Salaverry.

La curva de acumulación de especies observadas no alcanzó una asíntota definida, y las curvas que tuvieron un crecimiento inicial alto fueron las de los estimadores Chao 1 y Chao 2 (Figura 41) que muestran la formación de la asíntota en 50 muestras con 40 especies acumuladas.

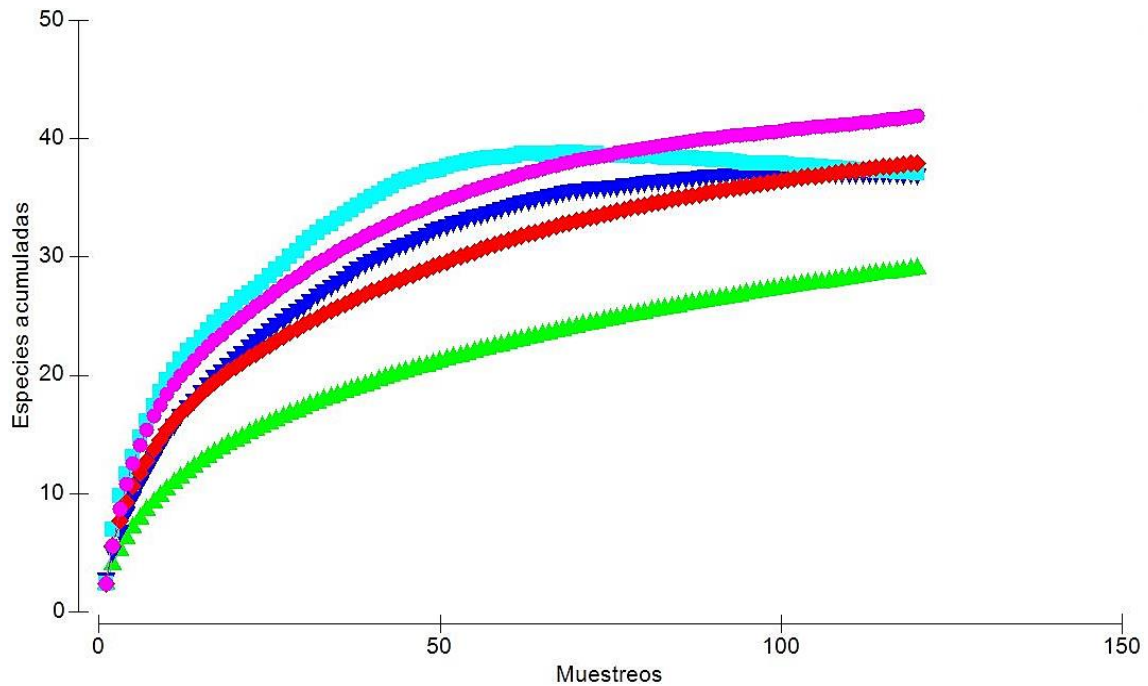


Figura 41. Curvas de acumulación de especies de la riqueza observada y la riqueza estimada de Sobs (▲), Chao1 (▼), Chao2 (■), Jacknife1 (◆) y Jacknife2 (●) en la playa de Salaverry.

La densidad fue variable entre los poliquetos, se tiene que las especies *Lumbrinereis sp.* (75), *Nephtys sp.* (208), *Nemertino sp.* (194) y *Emerita analoga* (62) son abundantes y las especies *Spionidae* (22), *Donax obesulus* (20), *Anfípodo* (42) y *Callianassa uncinata* (12) son comunes.

Métodos no paramétricos Chao 2, Jacknife de 1er y 2º orden; modelos no paramétricos Chao 1.

En cuanto a los factores abióticos, durante noviembre 2015 se registró la menor temperatura con 18,2 °C en el transecto A, y la mayor temperatura se obtuvo en febrero 2016 con 22,7°C en los transectos B y C. La anomalía térmica de mayor valor fue de +4,6 (Figura 42 y Tabla 7).

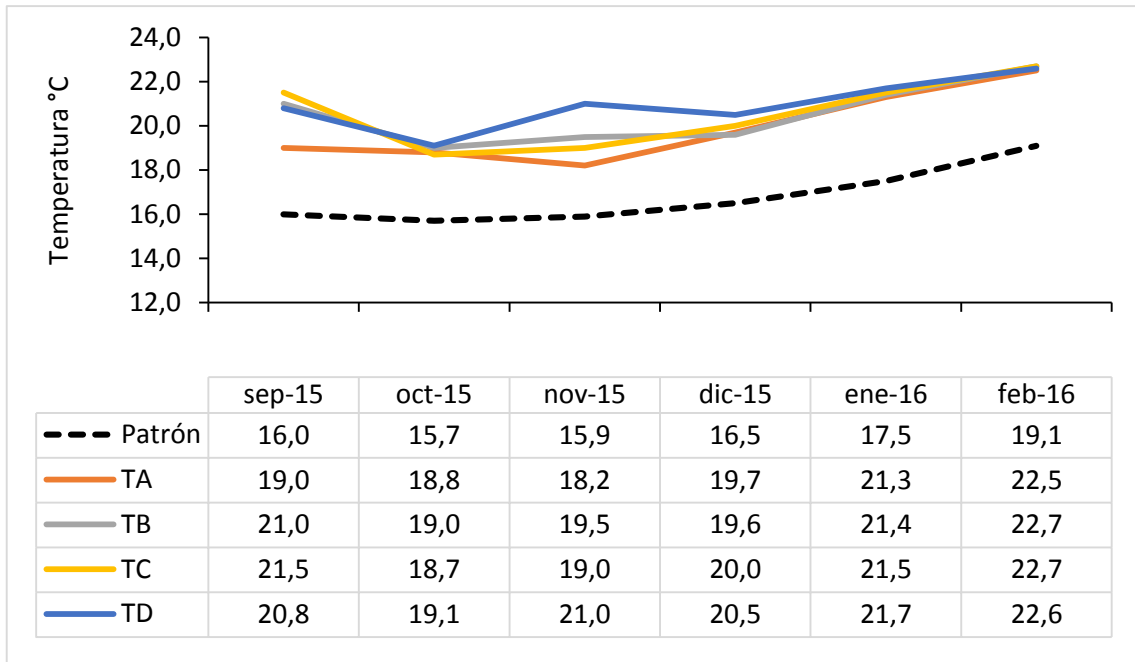


Figura 42. Variación de la Temperatura por transecto de setiembre 2015 a febrero 2016, Salaverry – La Libertad.

Tabla 7. Temperatura y anomalía superficial del mar en las estaciones de muestreo Salaverry de septiembre 2015- febrero 2016.

COMPORTAMIENTO							
MUESTREO	Transectos				Temperatura media °C	Temperatura Patrón °C	Anomalía Térmica Superficial del Mar "ATSM" (°C)
	A	B	C	D			
sep-2015	19,0	21,0	21,5	20,8	20,6	16,0	+4,6
oct-2015	18,8	19,0	18,7	19,1	18,9	15,7	+3,2
nov-2015	18,2	19,5	19,0	21,0	19,4	15,9	+3,5
dic-2015	19,7	19,6	20,0	20,5	20,0	16,5	+3,5
ene-2016	21,3	21,4	21,5	21,7	21,5	17,5	+4,0
feb-2016	22,5	22,7	22,7	22,6	22,6	19,1	+3,5
Promedio/ Transecto	19,9	20,5	20,6	21,0	20,5	16,8	+3,7
ATSM	3,1	3,7	3,8	4,2	3,7		

La concentración halina frente a Salaverry varió de 35,092 a 35,275 con promedio de 35,113 ups. Asimismo, durante setiembre 2015 se registró el valor de menor concentración halina con 35,092 ups; mientras que en enero 2016 la concentración alcanzó su máxima expresión con 35,275 ups (Tabla 8 y Figura 43). Por otro lado, la variación halina estuvo asociada a un comportamiento térmico cálido con temperatura mayor a 18°C, alcanzando una anomalía térmica superficial de 4,6°C, debido a factores ya antes mencionado (El Niño 2015-16).

Tabla 8. Datos de salinidad (ups) de setiembre 2015 a febrero 2016 en Salaverry – La Libertad.

Promedio de salinidad					
FECHA	Transectos				Promedio
	A	B	C	D	/mes
sep-2015	35,092	35,140	35,147	35,148	35,132
oct-2015	35,097	35,153	35,099	35,102	35,113
nov-2015	35,125	35,121	35,115	35,128	35,122
dic-2015	35,166	35,151	35,149	35,169	35,159
ene-2016	35,161	35,275	35,152	35,198	35,197
feb-2016	35,251	35,100	35,147	35,150	35,162
Promedio/ Transecto	35,149	35,157	35,135	35,149	

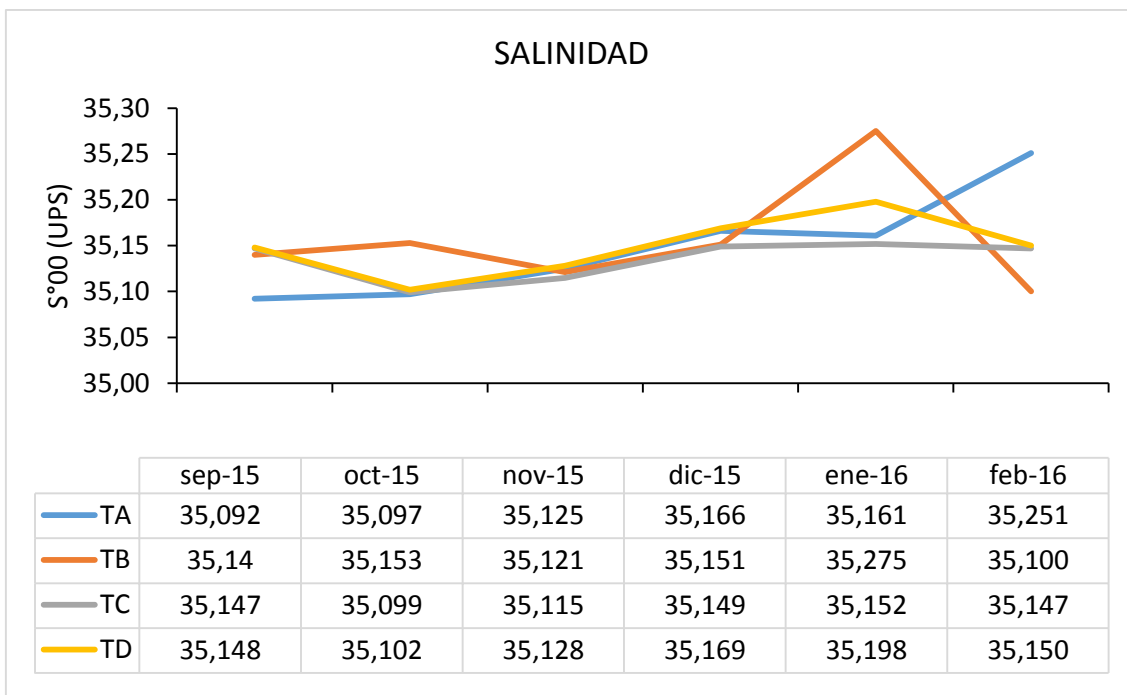


Figura 43. Salinidad según los transectos de muestreo, Salaverry – La Libertad.

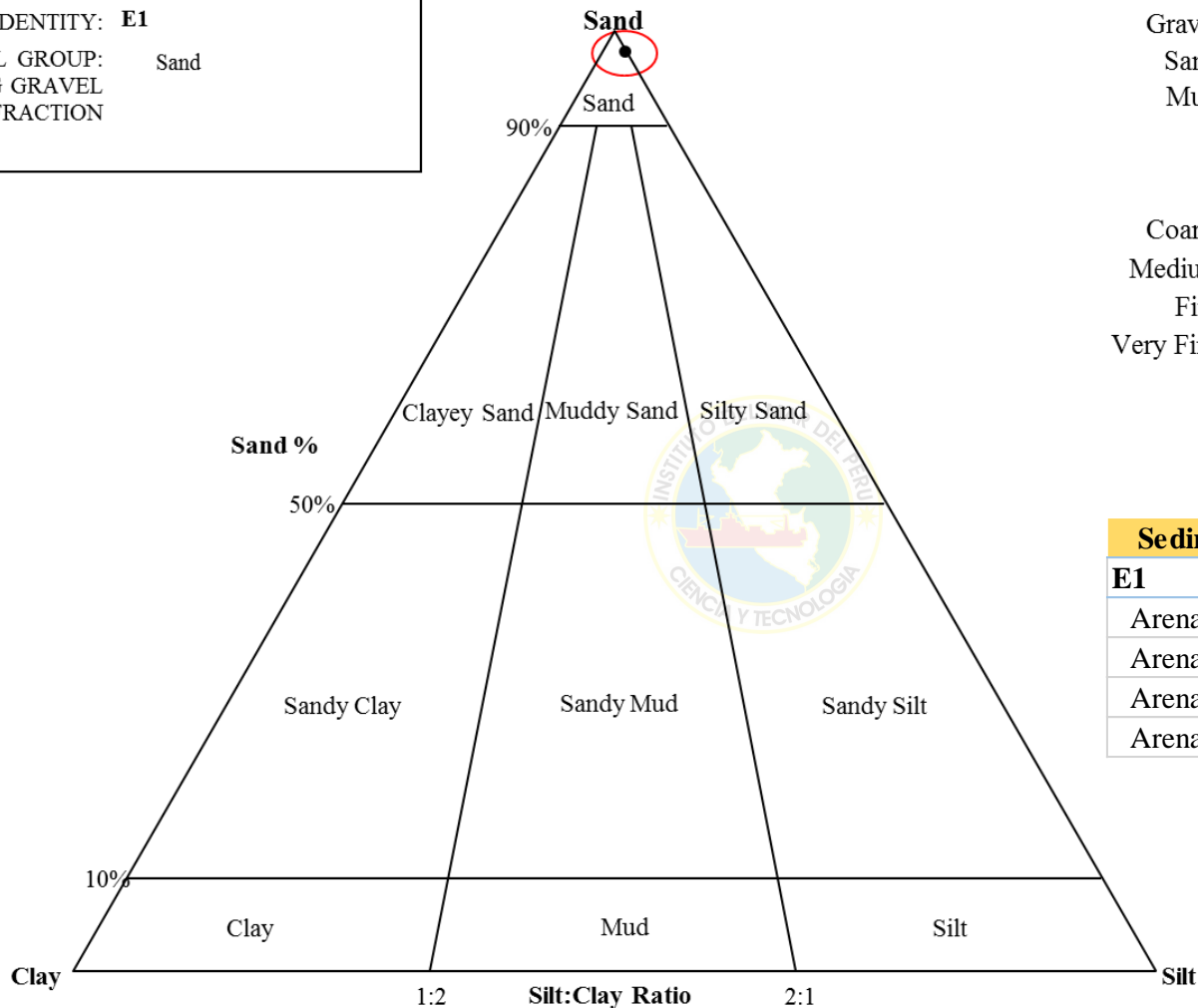


Clasificación de los sedimentos en función del porcentaje de arenas y limos.

SAMPLE IDENTITY: **E1**
 TEXTURAL GROUP: Sand
 IGNORING GRAVEL FRACTION

Gravel: 0.0%
 Sand: 100.0%
 Mud: 0.0%

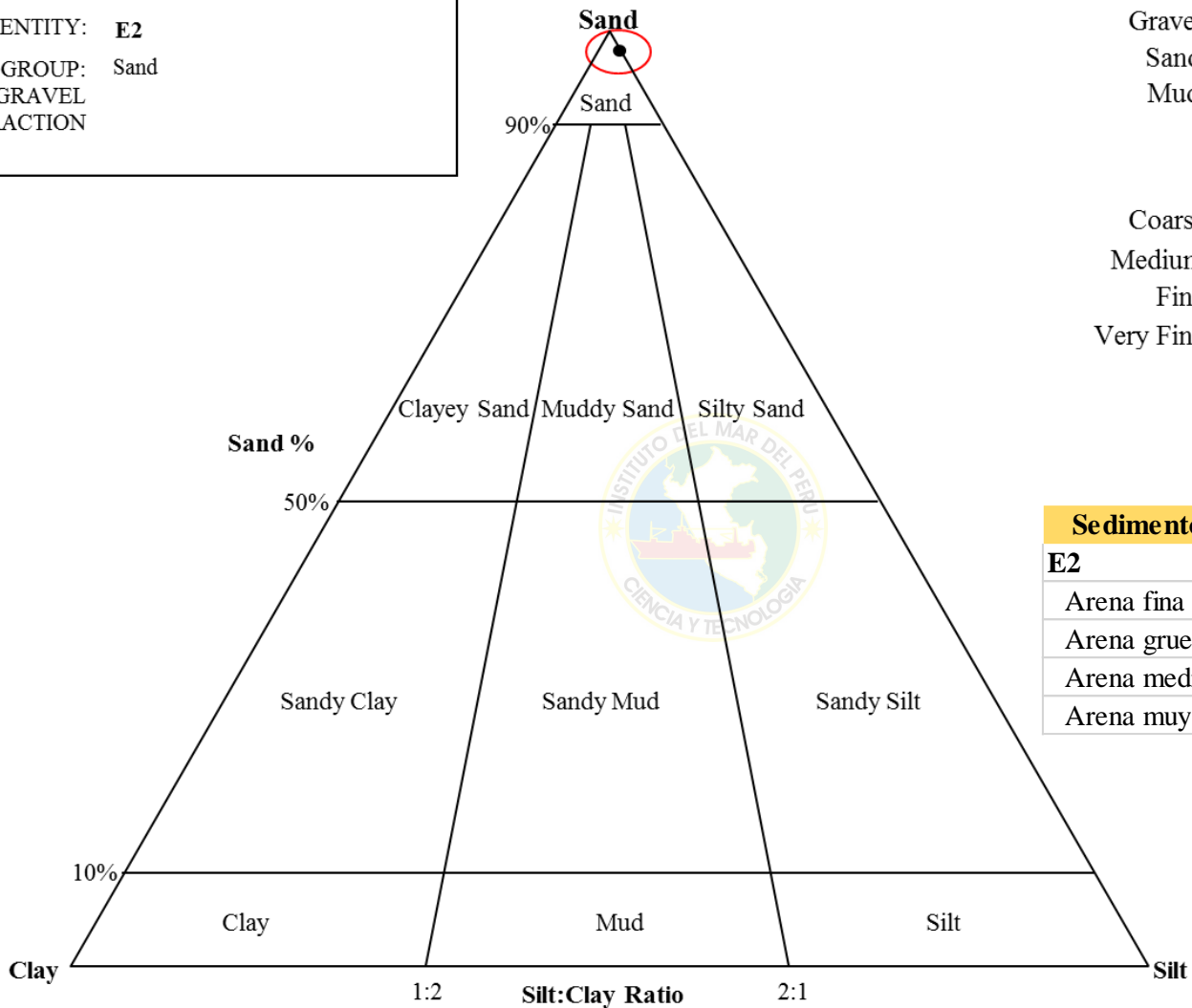
Coarse Sand: 0.5%
 Medium Sand: 5.7%
 Fine Sand: 71.5%
 Very Fine Sand: 22.4%



Sedimento	TA	TB	TC	TD
E1				
Arena fina	68,9	66,6	74,0	76,4
Arena gruesa	0,7	0,4	0,4	0,4
Arena media	7,7	4,6	4,5	5,8
Arena muy fina	22,7	28,4	21,1	17,4

Figura 44. TIPOS DE SEDIMENTO EN LA ESTACIÓN 1 DE LOS TRANSECTOS A, B, C y D DE LA PLAYA DE SALAVERRY.

SAMPLE IDENTITY: **E2**
 TEXTURAL GROUP: Sand
 IGNORING GRAVEL
 FRACTION



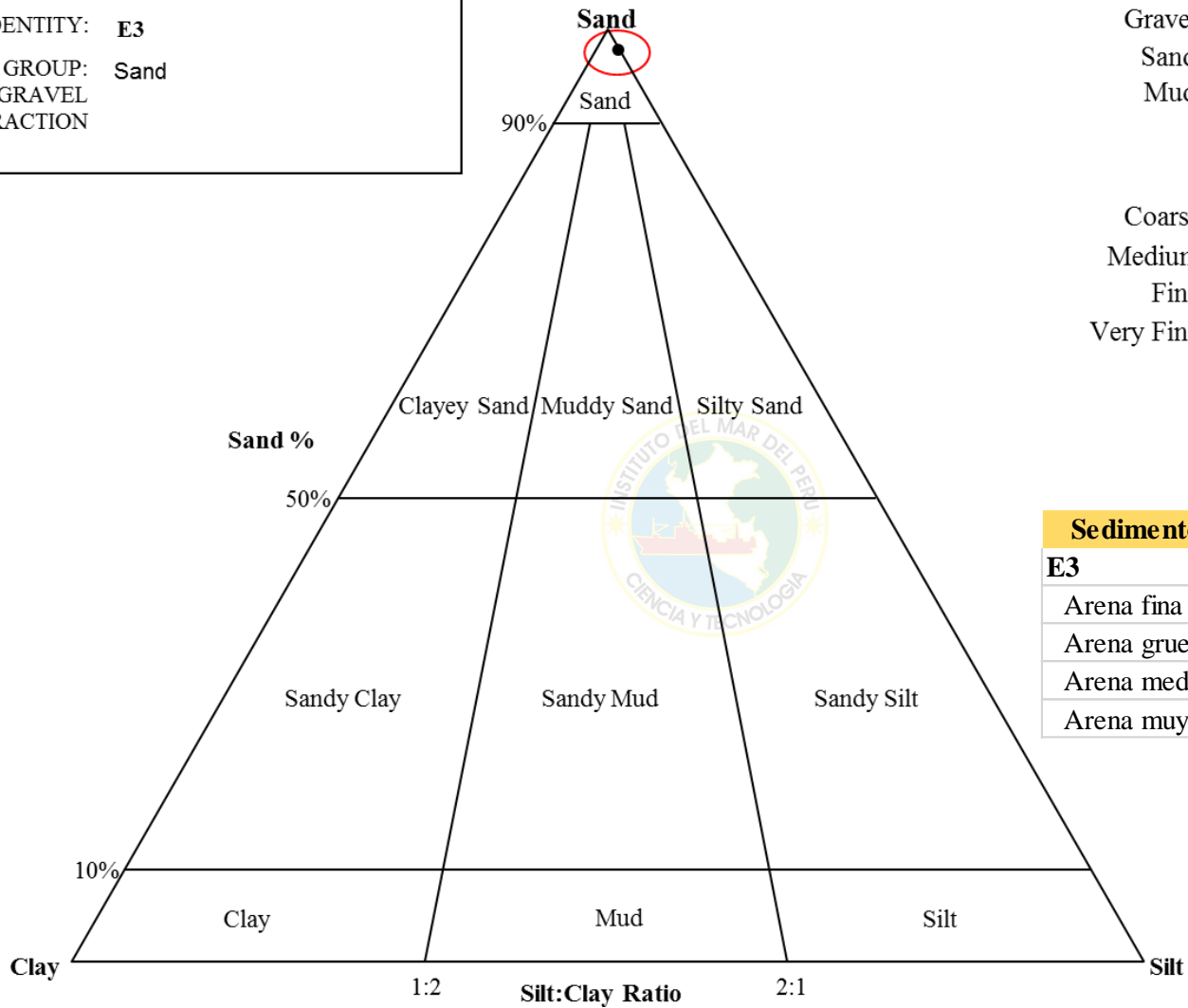
Gravel: 0.0%
 Sand: 100.0%
 Mud: 0.0%

Coarse Sand: 0.8%
 Medium Sand: 7.0%
 Fine Sand: 70.0%
 Very Fine Sand: 22.2%

Sedimento	TA	TB	TC	TD
E2				
Arena fina	66,3	65,5	72,4	75,9
Arena gruesa	1,1	0,8	0,6	0,6
Arena media	11,1	6,1	6,3	4,5
Arena muy fina	21,5	27,6	20,7	19,0

Figura 45. TIPOS DE SEDIMENTO EN LA ESTACIÓN 2 DE LOS TRANSECTOS A, B, C y D DE LA PLAYA DE SALAVERRY.

SAMPLE IDENTITY: **E3**
 TEXTURAL GROUP: **Sand**
 IGNORING GRAVEL
 FRACTION



Gravel: 0.0%
 Sand: 100.0%
 Mud: 0.0%

Coarse Sand: 1.1%
 Medium Sand: 6.8%
 Fine Sand: 70.1%
 Very Fine Sand: 21.9%

Sedimento	TA	TB	TC	TD
E3				
Arena fina	66,7	61,9	75,6	76,1
Arena gruesa	1,0	2,4	0,5	0,6
Arena media	8,4	8,1	4,2	6,6
Arena muy fina	23,9	27,6	19,7	16,6

Figura 46. TIPOS DE SEDIMENTO EN LA ESTACIÓN 3 DE LOS TRANSECTOS A, B, C y D DE LA PLAYA DE SALAVERRY.

DISCUSIÓN

El macrobentos del mesolitoral de la playa Salaverry estuvo conformado por: poliquetos, nemertinos, moluscos y crustáceos. Los transectos A y B soportaron presiones de actividades de desembarque y recreativas, que podrían causar perturbaciones en la estabilidad del sedimento o compactación, que sustentarían la mayor abundancia de estos invertebrados que se registró en los transectos C y D que estaban más alejadas del muelle artesanal de Salaverry con escasa concurrencia de personas.

Las playas arenosas como la de Salaverry representaron uno de los ambientes marinos más severos para las comunidades macrozoobentónicas, ya que éstas se encuentran controladas por procesos físicos de oleaje y corrientes y geológicos como los de sedimentación, tamaño de grano y transporte de sedimentos que moldean la costa en la morfodinámica de la playa (Komar 1976; Hanson 1989; Souyhgate 1989).

La distribución de los organismos presentaron una zonación, con zonas más húmedas donde se obtuvo mayor riqueza y diversidad, que puede estar influenciado por ser una playa reflectiva, como lo reportan Defeo et al. (1992). Además, Jaramillo & McLachlan (1993) señalan que el patrón de zonación de la macrofauna cambia según el tipo de playa, y aumenta el número de zonas desde playas reflectivas, cuya morfodinámica se caracteriza por ser de olas pequeñas, arena gruesa y pendiente fuerte, a playas disipativas siendo éstas de ola alta, arena fina y pendiente suave.

En la investigación predominaron los poliquetos y nemertinos en las cuatro zonas con 324 organismos, según Salzwedel et al., (1988); Angeloni (2003); Chávez (2006) y Ramírez (2012), los poliquetos son los organismos más abundantes que conforman la fauna macrobentónica de las playas de arena. McLachlan (2001) atribuye la abundancia de poliquetos en una playa al tipo de sedimento presente, pues menciona que este grupo

puede ser escaso en arena gruesa, con condiciones disipativas, pero que, en arena fina, y con condiciones reflectivas, los poliquetos pueden ser esencialmente abundantes. La Playa de Salaverry, presentó estas características ambientales y los sedimentos dominantes fueron la arena fina y muy fina.

Tarazona *et al.* (1985) sostienen que en un evento El Niño las comunidades intermareales de playas arenosas no presentan cambios drásticos, sin embargo, en la investigación *Emerita analoga* y *Donax obesulus* fueron especies que se registraron durante el tiempo de estudio y que abarcó un evento El Niño con anomalía térmica positiva de 3,5 a 4,6 °C.

Durante Primavera, el macrozoobentos registrado estuvo compuesto por nueve especies de anélidos con 238 individuos, cuatro nemertinos con 72 individuos, dos especies de moluscos con 13 individuos y 10 artrópodos con 84 individuos, siendo el phylum Arthropoda la que presentó mayor número de especies; durante verano se registró 86, 122, 8 y 43 individuos respectivamente, a diferencia de lo reportado por Abanto (1992) quien indica una variación en la diversidad con 10 especies en la época de primavera y cinco en la época de verano para la playa de Cerro Guañape, siendo los poliquetos los más predominantes en ambas estaciones.

Se identificaron dos especies de moluscos, que refleja la diversidad mínima en este tipo de playa, contrastando con estudios realizados en playas rocosas que registraron mayores valores como Flores (2013) quien menciona 17 especies de moluscos en Huanchaco, y Flores (2014) quien reporta 28 especies en Puerto Malabrigo.

La frecuencia de especies en la playa de Salaverry fue mayor en los transectos C y D, esto posiblemente ocurrió debido a la lejanía de estos con respecto al muelle artesanal, lugar

donde se presentó mayor actividad producida por embarcaciones, bañistas, pescadores y actividad portuaria (dragas), donde fueron ubicados los transectos A y B.

Los valores de diversidad de Shannon-Wiener (H'), variaron estacionalmente, ubicándose entre 2,29 y 2,63 bits/ind para la estación de primavera y entre 1,53 y 2,27 bits/ind para verano, lo que indica una diversidad moderada (Magurran, 2004).

En cuanto a los índices de biodiversidad para los transectos, el índice de Shannon-Wiener para macrozoobentos mesolitoral de fondos blandos de la playa de Salaverry presentó un valor promedio de 2,56 (bits/ind) presentando una moderada diversidad de especies, esto concuerda con lo reportado por Bettencourt *et al.* (2004), quien obtuvo resultados similares y considera el mismo criterio; sin embargo, Flores (2014) considera una biodiversidad de 2,45 nits/ind como alta, en Puerto Malabrigo.

Los valores del índice de Shannon-Wiener se pueden atribuir a una diferencia en las abundancias de algunas especies dominantes (*Nephtys* sp. y Nemertinos) en algunas de las estaciones y la relativa homogeneidad en abundancia en otras, con valores similares.

El impacto de la biodiversidad de organismos bentónicos fue moderado según lo establecido por PRODUCE (2008) ya que la diversidad registrada para Salaverry está dentro del rango de (bits/ind) $> 2 - 3$.

Según el índice de riqueza específica Margalef se logró clasificar a los transectos C con 2,41 y B con 2,39 como sitios de los mayores valores de biodiversidad mientras que la menor riqueza específica se registró en los transectos A y D con 2,25 y 1,97 respectivamente.

El análisis de similaridad de Bray-Curtis permitió distinguir dos grupos en la similaridad de individuos tanto en los transectos A y B como en C y D a un nivel de similitud del

50%, donde se aprecia la formación de estos dos grupos o cluster en la playa de Salaverry, pudiéndose observar que cada transecto de muestreo presenta diferencias en composición y estructura comunitaria, tal como demuestran los resultados del dendograma; por otro lado Flores (2014) reporta tres grupos de similitud pero a un nivel del 40%, el primer grupo formado por las estaciones 2 y 3 de las zona A y C y un segundo grupo formado por la estación 1 de las zonas A y C, las estaciones 1 y 2 de las zona B y el último grupo formado por la estación 3 de la zona B.

De acuerdo a Chao 1, Chao 2, Jacknife 1 y Jacknife 2, los registros observados no presentaron una asíntota definida como en los estimadores Chao 1 y Chao 2, además su comportamiento tiende a una estabilidad en el número de especies por lo que si se aumenta el número de muestreos resultaría ser no conveniente ya que se obtendría la misma cantidad de especies. Con respecto al índice de Simpson las curvas de K-dominancia indicaron que la curva con mayor pendiente señala la diversidad más baja para una determinada estación o lugar evaluado y por lo tanto es considerada como una respuesta a condiciones de perturbación natural o por contaminación en el ambiente.

Los valores del índice de equidad de Pielou estuvieron por encima de 0,66 donde el 100% de las estaciones no presentaron una distribución con tendencia homogénea lo que quiere decir que hubo dominancia de una o dos especies.

La temperatura superficial del mar de Salaverry, se caracterizó por presentar dos fases durante este periodo: la primera fase producida en la época de primavera durante septiembre-diciembre 2015, en donde se presentó una anomalía térmica máxima de +4,6°C respecto al promedio patrón de temperatura, mientras que la segunda fase en el verano durante diciembre 2015-febrero 2016 las anomalías llegaron a 4,0°C, siendo esta

fase la que presentó la anomalía más baja según IMARPE (2015-2016) donde establece el promedio patrón de temperaturas. Esto no concuerda con Tarazona y Castillo (1999), al reportar una anomalía mayor en la época de verano con $+4,9^{\circ}\text{C}$, mientras que en invierno las anomalías llegaron a $+3,7^{\circ}\text{C}$, esto se debió a que durante el periodo de muestreo las temperaturas aumentaron considerando así la presencia del evento “El Niño” 97-98 que puede empezar en diferentes meses del año o tener diferentes magnitudes.

La variación promedio de la salinidad fue de 35,113 ups registrando el valor de menor concentración en setiembre 2015 con 35,092 ups y alcanzó su máxima expresión en enero 2016 con 35,275 ups. En tal sentido, las Aguas Costeras Frías (ACF) (34,8 a 35,1 ups) se vieron influenciadas por la presencia de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS - $>35,1$ ups) frente a las costas de la Región La Libertad, lo que motivó una gran mezcla de estas aguas debido a procesos de evento El Niño 2015-16 (Ref. Punto Fijo de Alta Frecuencia Frente a Malabrigo (16mn) 2015-16-IMARPE). (Ref. Est. Fija Salaverry 2015-16 -IMARPE).

Las especies registradas durante el estudio son propias de playas de arena fina que es corroborado con los datos obtenidos de las muestras de sedimento que presentaron un elevado porcentaje de arena fina para todas las estaciones 1, 2 y 3 con promedios de 71,4; 70,0 y 70,1 respectivamente, seguida por arena muy fina con porcentajes promedio de 22,4; 22,2 y 21,1 para cada estación.

CONCLUSIONES

La biodiversidad del macrozoobentos en el mesolitoral de la playa de Salaverry para primavera fue mayor con 2,51 bits/ind y en verano se obtuvo 1,91 bits/ind con una riqueza de 22 especies. En cuanto a los índices de diversidad, el de Margalef fue de 2,41, Shanon Wiener de 2,56 bits/ind, Pielou de 0,73 y Simpson de 0,79. La biodiversidad fue moderada y el mayor grupo estuvo conformado por poliquetos lo cual estuvo relacionado a temperaturas con anomalías positivas +4,6 °C con evento El Niño con una salinidad promedio de 35,113 ups y un 70% de arena fina en la playa de Salaverry.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, N. 1992. Composición, densidad y distribución del macrozoobentos en relación a la granulometría y contenido de materia orgánica del sedimento de la marisma de Cerro Guañape – La Libertad de octubre 1991 a marzo 1992. Tesis para optar el grado de bachiller en Ciencias Biológicas. U.N.T. Trujillo-Perú. 60 pp.
- Álamo, V. y V. Valdivieso. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Publicación especial. Instituto del Mar del Perú, Callao. 2da edición, revisada y actualizada. 200 pp.
- Anfuso, G. 2001. Morfología y dinámica sedimentaria del litoral gaditano entre Chipiona y Rota. Tesis de Doctorado, Universidad de Cádiz, España. 375 pp.
- Angeloni del Castillo P. E. 2003. Impacto del uso recreativo sobre la fauna macrobentónica de las playas arenosas de la Bahía de La Paz. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del I. P. N, México., 95 p.
- Ardila, N., G. Navas y J. Reyes. 2002. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente. La Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. 177 pp.
- Bocanegra, C., J. Oliva y W. Carbajal. 1986. Estructura de la comunidad de macroinvertebrado bentónico en las playas arenosas de Trujillo. En: A. Tresierra (ed). Anales I congreso Nacional de Biología Pesquera. Trujillo-Perú. P.213-218.
- Bogantes, V. 2014. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del Parque Nacional Cahuita, Limón, Costa Rica. Tesis para optar el grado de Licenciatura en Biología con énfasis en Zoología. Universidad de Costa Rica. 165 pp.
- Brown, A. and A. McLachlan. 1990. Ecology of Sandy Shores. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, 328 pp.

- Carter, R. 1988. Coastal Environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. Academic Press, London. 617pp.
- Chávez-Hidalgo A. 2006. Comunidad de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la zona intermareal en el “Mogote” Bahía de la Paz B.C.S., México. Tesis de licenciatura. UABCS. La Paz, Baja California Sur. 59 p.
- Chirinchigno, N. 1970. Lista de Crustáceos del Perú (decápoda y stomatopoda). Informe. Inst. Mar. Perú. Callao. No. 35. 92 pp.
- Conan, G., C. Melo & G. Yany. 1975. Evaluation of the production of a population littorale du crabe hippidae *Emerita analoga* (Stimpson) par intégration des paramètres de croissance et de mortalité. 1th European Symposium on Marine Biology, Belgium, 21: 129-150 pp.
- Defeo O., E. Jaramillo & A. Lyonnet. 1992. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna on the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research*. 8: 830-839.
- De León, J., J. Bastida, L. Carrera, M. García, A. Peña, S. Salazar y V. Solís. 2009. Morfología, métodos, clave para familias y clasificación en: Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 727 pp.
- Dexter, D. 1972. Comparison of the community structures in a pacific and an atlantic Panamanian Sandy beach. *Bull. Mar. Sci.*, 22: 449-462.
- _____. 1974. Sandy-beach fauna of the Pacific and Atlantic coasts of Costa Rica and Colombia. *Revista de Biología Tropical* 22: 51-66.
- _____. 1976. The efecto Sandy beach fauna of Mexico. *South. Nat.*, 20 (4): 479-485.

- Diez, M. 2006. Distribución batimétrica, espacial y temporal del macrozoobentos en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Tesis para optar el título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina. 48pp.
- Escrivá, J. 2013. Distribución y abundancia de macrofauna bentónica del infralitoral somero. España-Gandia. 49 pp.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms definitions and Keys to the Orders, families and genera. Natural history museum of the Angeles country united state. 188 pp.
- Flores, L. 2013. Inventario de Moluscos en el Infralitoral de Huanchaco – La Libertad, enero a julio 2013. Tesis para optar el título de Biólogo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú.68 pp.
- Flores, D. 2014. Diversidad de Macrozoobentos en Puerto Malabrigo, La Libertad, abril a setiembre 2014. Tesis para optar el título de Biólogo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú.67 pp.
- Gómez, A. 1970. Poliquetos de las playas arenosas de la provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad. Tesis para optar el grado de Bachiller en Ciencias Biológicas. U.N.T. Trujillo-Perú. 37 pp.
- González, L. 2005. Guía ilustrada de los gasterópodos marinos de la Bahía de Tenacatita, Jalisco, México. Rev. Scientia-CUCBA. Universidad de Guadalajara. 7(1): 1-79 pp.
- Hanson, H. 1989. Genesis: a generalized shoreline change numerical model. J. Coast. Res., 5(1): 1-27.
- Hawkes, H. A. 1980. Invertebrates, Indicators of River Water Quality, p. 2.1-2.45. In James, A. & L. Evison (eds.). Biological Indicators of Water Quality. Wiley. Nueva York.

- Holmes, N. and A. McIntyre. 1984. *Methods for the Study of Marine Benthos*. 2nd Edition. International Biological Programme Handbook, No 16. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 387pp.
- IMARPE-Laboratorio del Callao. 1997. Macrozoobentos del mar peruano en el sublitoral de fondo blando durante el verano de 1996. *Inf. Inst. Mar Perú* N° 126: 21-27 pp.
- IMARPE – Laboratorio Costero de Huanchaco. 2009. Catálogo de invertebrados marinos de la región La Libertad. 90 pp.
- IMARPE-Resumen ejecutivo II semestre 2015. Variabilidad oceanográfica en un punto fijo de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, Salaverry y Puerto Morin.
- IMARPE-Resumen ejecutivo I semestre 2016. Variabilidad oceanográfica en un punto fijo de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, Salaverry y Puerto Morin.
- Jaramillo E., & A. McLachlan 1993. Community and population response of the macroinfauna to physical factors over a range of exposed Sandy beaches in south-central Chile. *Estuarine and Coastal Shelf Science*. 37: 615-624.
- Jaramillo E., F. Carrasco, P. Quijon, M. Pino & H. Contreras. 1998. Distribución y estructura comunitaria de la macrofauna bentónica en la costa del norte de Chile. *Rev. Chilena Hist. Nat.* 71: 459-478 pp.
- Komar, D.P. 1976. *Beach processes and Sedimentation*. Prentice-Hall, New Jersey, 429 pp.
- Lancellotti, A. y J. Vásquez. 2000. Zoogeografía de Macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. *Rev. Chilena de Historia Natural*. 73: 99 – 129 pp.
- Majluf, P. 2002. Los Ecosistemas Marinos y Costeros en: Proyecto Estrategia Regional de Biodiversidad Para Los Países del Trópico Andino. 121 pp.

- Margalef, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. 29(6): 1349-1350 pp.
- Magurran, A. E. 1983. Ecological Diversity and its Measurement. Croom Helm, London. 179 pp.
- _____. 2004. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Publishing ISBN 0-632-05633-9. 120pp.
- McLachlan A. 2001. Coastal Beach Ecosystems. In: Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press. New York. 741-751 p.
- McLachlan, A. y C. Brown. 2006. The Ecology of Sandy Shores. Academic Press, Amsterdam, 373 pp.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Programa Iberoamericano de ciencia para la tecnología y desarrollo. CITED. Oficina regional de ciencia y tecnología para América Latina y El Caribe. UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa. SEA. M-T. Manuales y Tesis. Vol.1:1-86.
- Moscoso, V. 2013. Clave para identificación de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Bol. Inst. Mar. Perú. 28 (1 y 2): 135 pp.
- Núñez, J., O. Aracena & M.T. López. 1974. Emerita analoga en Llico, provincia de Curicó. (Crust. Dec. Hippidae). Bol. de la Soc.Biol. Concepción 48: 11-22 pp.
- Ocaña, F., Y. Apín, Y. Cala, A. Vega, A. Fernánandez y E. Córdova. 2012. Distribución espacial de los macroinvertebrados de playas arenosas de Cuba oriental. Rev. Invest. Mar. 32(1): 30-37 pp.
- Osorio, C., N. Bahamonde & M. López. 1967. El limache Emerita analoga (Stimpson) en Chile. Bol. Mus. Nac. the Hist.Nat., Chile, 29(6): 61-116.

- Paredes, C. y F. Cardoso. 2007. La Familia Calyptraeidae en el Perú (Gastropoda:Caenogastropoda). Rev. perú. biol. Número especial. 13(3): 177-184.
- Perez, E., 1991. Macrofauna intermareal de las playas de área Longa, Peizas y Angueira y Altar (Lugo, Nw España). Thalassas 9: 37-48 pp.
- Perrier, R., 1935. Clave para la Identificación de Anélidos. Universidad de Murcia, Delagrave, Paris., 177pp.
- PRODUCE, 2008. GUÍA: Elaboración de estudios de impacto ambiental para la actividad de consumo Humano indirecto harina y aceite de pescado. Dirección general de asuntos ambientales de pesquería. Ministerio de la producción despacho viceministerial de pesquería. Lima – Perú. 45 p.
- Ramírez, R., C. Paredes y J. Arenas. 2003. Moluscos del Perú. Rev. Biol. Trop. 51(3): 225-284 pp.
- Ramírez, B., P. Báez, N. Rozbaczyló, J. Sepúlveda, E. Rocha y C. Oyarzún. 2007. Análisis de la macroinfauna intermareal de fondo blando en verano, Bahía Gregorio, XII región. 34.
- Ramírez-Torres A. 2012. Variación espacio-temporal de la comunidad macrobentónica del intermareal de la playa “El Conchalito”, B.C.S., México. Tesis de Maestría. 1-89.
- Sánchez, T., C. Trujillo & E. Barrios. 2011. Las comunidades macrobentónicas asociadas a fondos blandos en el costado sur de la Bahía de Taganga, Caribe Colombiano, durante la época seca. Rev. Inst. Invest. Trop. Santa Marta, Colombia, 6: 89-100 pp.
- Salazar N.C., J. Iannacone, L. Alvariano, R. Orozco & R. Miranda 2001. Estructura macrozoobentónica de fondo blando en la bahía de Ilo, Moquegua-Perú. Wiñay Yachay. 5: 179-192 pp.

- Salazar S. I., J.A. De León & H. Salaices. 1998. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México., 212 pp.
- Salzwedel, H., L. Flores, E. G. Carbajal, E. Canahuire, A. Zafra & C. Aranda. 1987. Información básica sobre muestras de bentos, sedimentos y factores abióticos en la plataforma continental del Perú entre 1976 y 1987 Inf. Instituto del Mar del Perú. (90): 1-41.
- Salzwedel, H., L. Flores, E. Ch. de Flores, A. Zafra & G. Carbajal. 1988. Macrobentos del sublitoral peruano, antes, durante y después de el Niño 1982-83. En: H. Salzwedel y A. Landa (eds). Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Bol. Inst. Mar. Perú-Callao, Vol. Extraordinario: 77-98 pp.
- Sladeczek, V. 1973. System of Water Quality from the Biological Point of View. Arch. Hydrobiol. Beih Ergebn. Limnol. 7: 1-218 pp.
- Soriano, W., 2002. Macrozoobentos del intermareal rocoso de la playa Las Delicias de octubre de 2001 a abril 2002. Tesis para optar el título de Biólogo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo. 55 pp.
- Souyhgate, H. 1989. A nearshore profile model of wave and tidal current interaction. Coast. Eng., 13: 219-245.
- Tarazona, J., E., A. Wolf, E. Canahuire, Z. Ayala, A. Robles 1985. Modificaciones producidas durante “El Niño” en la infauna bentónica de áreas someras del ecosistema de afloramiento peruano. Boletín extraordinario. Instituto del Mar del Perú.
- Tarazona, J., C. Paredes & M. Igreda. 1986. Estructura del Macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima. Perú. Revista de Ciencias Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 74(1): 103-116 pp.

- Tarazona, J. y E. Castillo (eds.). 1999. El Niño 1997-98 y su impacto sobre los ecosistemas marino y terrestre. Rev. Perú. Biol. Vol. Extraordinario: 186 pp.
- Tarazona, J., A. Indacochea, S. Valle, C. Córdova, N. Ochoa, W. Serrano & T. Peña. 2000. Impacto de “El Niño 1997-1998” sobre el ecosistema marino somero de la costa central de Perú. En J. Tarazona y E. Castillo (eds). El Niño 1997-1998 y su impacto sobre los ecosistemas Marino y Terrestre. Rev. Perú. Biol. Vol. Extraordinario: 18-31 pp.
- Varela, M. E., D. Di Persia & A. A. Bonetto. 1980. La fauna bentónica y su relación con la contaminación orgánica en el río Negro (Prov. Chaco, Argentina). Ecosur 7: 201-221 pp.
- Yupanqui, W., L. Quipúzcoa, R. Marquina, F. Velazco, E. Enríquez y D. Gutiérrez. 2007. Composición y distribución del macrobentos en la Ensenada de Sechura, Piura, Perú. rev. Perú. Biol. 14 (1): 75-85 pp.

