

## **INFORME**

Evaluación de biodiversidad marina entre Playa Hondable, Distrito de Santa Rosa y Rio Seco, Distrito de Chancay.

Desde el 29 de noviembre del 2022 hasta el 15 de diciembre del 2022

Elaborado por:

Oannes – Foro Hispano Americano de Intercambio de Información sobre  
Temas de Mar

## ÍNDICE

1	<b>GENERALIDADES</b> .....	3
2	<b>OBJETIVO</b> .....	3
3	<b>PERIODO DE MUESTREO Y PARTICPANTES</b> .....	3
4	<b>UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES</b> .....	4
5	<b>METODOLOGÍA</b> .....	4
5.1	<b>METODOLOGÍA PARA MUESTREO DE FITOPLANCTON</b> .....	4
5.2	<b>METODOLOGÍA PARA MUESTREO DE ZOOPLANCTON</b> .....	5
5.3	<b>METODOLOGÍA PARA MUESTREO DE MACROINVETEBRADOS BENTONICOS</b> .....	5
5.4	<b>METODOLOGÍA PARA MUESTREO DE PECES</b> .....	6
5.5	<b>ANALISIS DE DATOS</b> .....	6
6	<b>RESULTADOS</b> .....	7
6.1	<b>PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS</b> .....	7
6.2	<b>FITOPLANCTON</b> .....	7
6.3	<b>ZOOPLANCTON</b> .....	11
6.4	<b>MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS</b> .....	15
6.5	<b>PECES</b> .....	21
7	<b>CONCLUSIONES</b> .....	25
8	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	26
9	<b>ANEXOS</b> .....	28

## **1 GENERALIDADES**

Se presentan los resultados de las comunidades hidrobiológicas marinas, el área de estudio corresponde a la zona marina ubicada frente a la parte costera de los distritos de Santa Rosa, Ancón y Chancay - Lima, Perú tomando en cuenta la ubicación de las zonas más sensibles (fondos rocosos) los componentes del medio marino que se consideraron fueron: Fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y peces que permiten caracterizar, de manera adecuada las comunidades hidrobiológicas y una base de datos fotográfica de las zonas evaluadas.

## **2 OBJETIVO**

La evaluación tuvo como objetivo observar y evaluar la situación actual de las comunidades hidrobiológicas marinas de plancton, macroinvertebrados bentónicos, y neuston en las zonas más sensibles y accesibles de la zona costera de los distritos de Santa Rosa, Ancón y Chancay. Poniendo énfasis en la diversidad de los fondos marinos y peces después de 11 meses de un derrame de hidrocarburos ocurrido en Ventanilla, en la refinería La Pampilla, operada por Repsol.

## **3 PERIODO DE MUESTREO Y PARTICIPANTES**

El muestreo de las comunidades hidrobiológicas marinas en el estudio se realizó entre el 29 de noviembre al 15 de diciembre del 2022. Este periodo se consideró teniendo en cuenta la mejor accesibilidad para poder realizar de mejor manera las evaluaciones de los fondos marinos y poder recopilar mediante fotografías las condiciones actuales.

El equipo de 4 buzos que realizó la evaluación ha estado compuesto por: Joseph Fabián Encinas Surco, Biólogo, Buzo científico, instructor PADI y Fotógrafo subacuático; Jorge Cardenas García, Biólogo y Buzo científico, assistant instructor SSI; Korzh Vucetich, Pescafotosub A Pulmón ganador de campeonatos de fotografía submarina a pulmón y Jorge Andrés Carrillo del Rio, Buzo a pulmón, Pescador Submarino Ranking de la FEDEPASA.

#### 4 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES

El muestreo de las comunidades hidrobiológicas marinas fue realizado en 12 estaciones de muestreo. La ubicación de estas se estableció. Todas las estaciones fueron georreferenciadas con un GPS Garmin 64s.

cuadro 1 Estaciones de muestreo de hidrobiología marina

Estación de muestreo		Coordenadas UTM (WGS 84)		Descripción
		Norte	Este	
HB- 1	P. Hondable	262281	8693024	Buena visibilidad - buenas condiciones
HB- 2	I. las Gemelas	261909	8694112	Buena visibilidad - buenas condiciones
HB- 3	Corral de Vacas	258101	8695766	Buena visibilidad - buenas condiciones
HB- 4	Pata Cabra	258398	8695804	Buena visibilidad - buenas condiciones
HB- 5	Isla Pescadores	258858	8695485	Buena visibilidad - buenas condiciones
HB- 6	Club Naval	260502	8696801	Buena visibilidad - buenas condiciones
HB- 7	Las Conchitas	263335	8700375	Visibilidad moderada - corriente
HB- 8	Tomaycalla	260166	8706419	Visibilidad moderada - corriente
HB- 9	Pasamayo	258962	8711207	Visibilidad nula
HB- 10	Chancay	251020	8718235	Visibilidad nula
HB- 11	San Nicolas	244386	8728945	Visibilidad nula
HB- 12	Río Seco	244160	8729599	Visibilidad nula

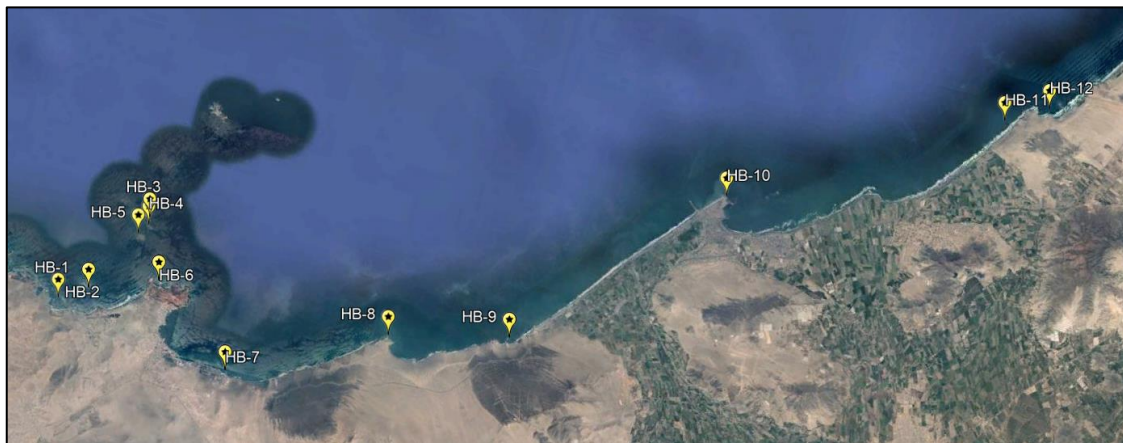


Figura 1. Ubicación de estaciones de muestreo de hidrobiología marina

#### 5 METODOLOGÍA

##### 5.1 Metodología para muestreo de fitoplancton

Se colectaron muestras de 250 ml de agua en 12 estaciones, considerando tres niveles o estratos de profundidad (superficie, medio,

fondo), mediante el empleo de una botella Niskin de 5L. Se siguió el procedimiento empleado por IMARPE (2010), conforme a APHA (2017).

Una vez que se llega a la profundidad deseada, esperamos 1 minuto para su estabilización y posterior a ello enviar el mensajero, tras lo cual se procederá a izar la botella Niskin hacia la superficie. El análisis será cuantitativo, obteniendo resultados en células por mililitros cel/ml – cel/l a partir de un recuento celular basado en la metodología de Utermöhl (1958) y será realizado por el laboratorio CERPER (Acreditado ante Inacal).

## **5.2 Metodología para muestreo de zooplancton**

Las muestras de zooplancton fueron colectadas en 12 estaciones, mediante el empleo de una red WP-2 de 50cm de diámetro de boca y 1.5 m de largo, con una abertura de malla de 300um. La red fue arrastrada diagonalmente a una velocidad de 2-3 nudos durante 3 minutos. El volumen de agua filtrado fue estimado mediante el uso de un medidor de flujo el cual se colocó en la boca de la red, para poder expresar los resultados en 1000 m<sup>3</sup> (Org/m<sup>3</sup>) y será realizado por el laboratorio CERPER (Acreditado ante Inacal).

## **5.3 Metodología para muestreo de macroinvertebrados bentónicos**

Se realizó un censo visual y colecta de invertebrados de importancia comercial como equinodermos, crustáceos, moluscos y otros invertebrados asociados al fondo marino. El método se realizará mediante buceo semiautónomo, para lo cual primero se identificarán áreas de extracción de invertebrados de importancia. Una vez identificadas las áreas, se procederá a realizar un censo visual y colecta a través de transectos, siguiendo lo propuesto por Edgar et al. (2004). Se realizará un conteo total de las especies y su abundancia a lo largo de 3 réplicas con transectos de 30 m de largo y 1 m de ancho, con un área total de 30 m<sup>2</sup> por punto de evaluación.

A su vez se realizó un censo visual fotográfico mediante buceo a pulmón (apnea) en todas las estaciones

#### **5.4 Metodología para muestreo de peces**

Se realizó un censo visual mediante observaciones directas por rotación y desplazamiento del buzo científico a lo largo de tres transectos de 10 m de largo y 1 m de ancho como longitud mínima, realizando 3 réplicas por estación en cada una de las 4 estaciones. Las muestras se consideraron como muestras compuestas y fueron agrupadas por estación. Esta corresponde a una modificación de la metodología al censo visual estacionario (CVE) propuesto por Bohnsack & Bannerot (1986).

A su vez se realizó un censo visual fotográfico mediante buceo a pulmón (apnea) en todas las estaciones

#### **5.5 Análisis de datos**

Se realizaron los cálculos de los índices de diversidad univariados más comunes para cada estación: Riqueza de especies (S), abundancia, y diversidad de Shannon-Wiener (H'). Solo para el caso de los peces, los índices fueron promediados por réplicas.

Por otro lado, se realizaron análisis multivariados no paramétricos descriptivos con el fin de evaluar las diferencias y similitudes en la estructura de las comunidades entre las estaciones. Para esto, se realizó una transformación Hellinger de los datos, aplicando primero una estandarización de los datos a través del cálculo de la abundancia relativa de las especies por estación, y luego una transformación de raíz cuadrada. Esta transformación se realiza con el fin de contrapesar los organismos más abundantes con los más raros o sin registrar en algunas estaciones (valores 0) (Legendre & Gallagher, 2001). Seguidamente, se determinó la similaridad entre las réplicas y/o estaciones mediante el método de Bray Curtis. Basados en estos valores, se realizó un análisis de ordenamiento a través de nMDS. Finalmente, un análisis de porcentaje de similaridad (SIMPER) fue realizado para identificar a las especies que más contribuyeron a la similaridad dentro de los agrupamientos (intra-estaciones), así como las que más contribuyeron a la disimilaridad entre grupos (entre-estaciones).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Parámetros fisicoquímicos

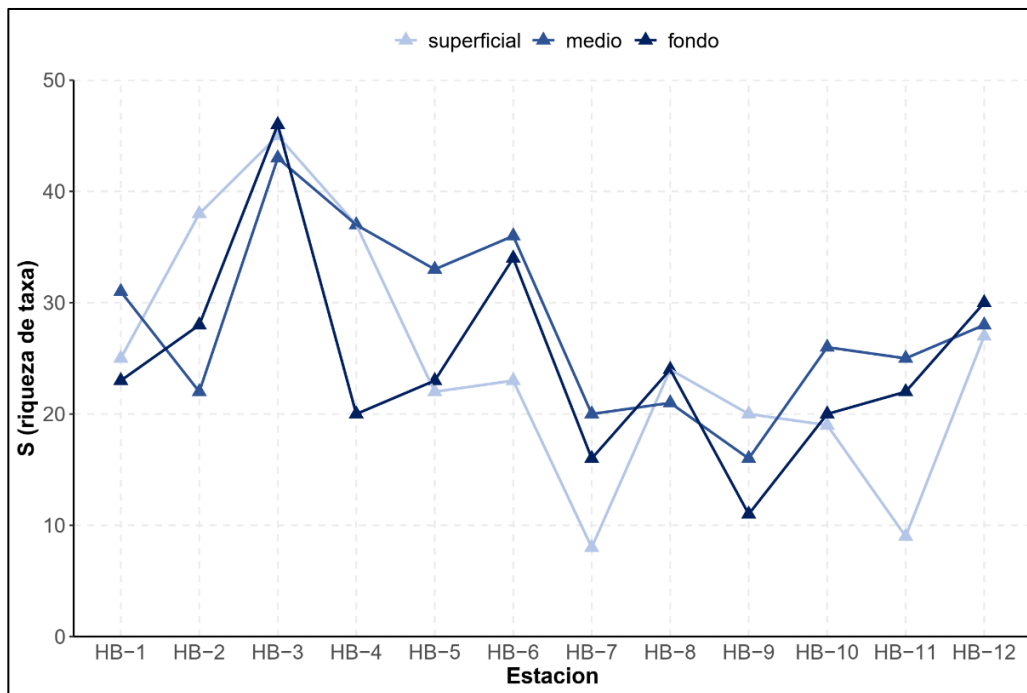
Para el registro de los parámetros fisicoquímicos en campo se utilizó el multiparámetro AZ Instrument corp. – modelo 86031AZ que se encuentra calibrado por laboratorios acreditados ante inacal. (Certificados, anexo 3).

Los registros de temperatura superficial se encontraron entre 17.1 y 20.5 °C, con promedio de 18.5 °C, mientras que la temperatura de fondo se encontró entre 15.6 y 16.4 °C con promedio de 15.8 °C. El pH en superficie se encontró entre 7.35 y 7.73. El oxígeno disuelto en superficie se encontró entre 7.6 y 10.1 mg/L. Todos los valores registrados se encuentran dentro de los rangos del ECA Categoría 02.

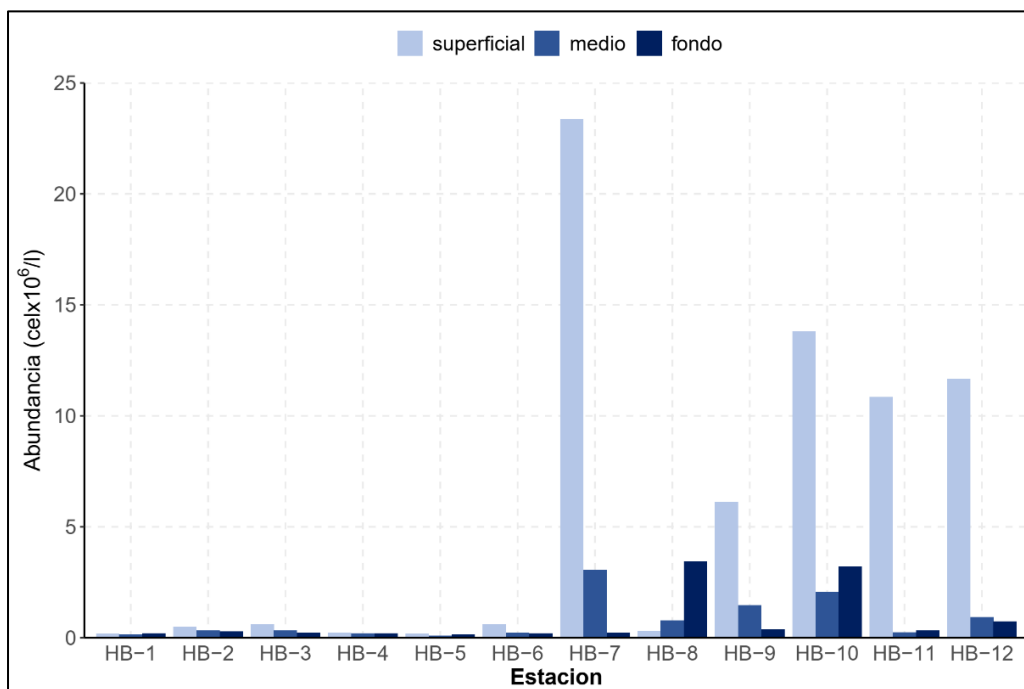
### 6.2 Fitoplancton

Se registraron un total de 92 taxa, siendo las diatomeas las microalgas más representadas con 48 taxa, seguidos de los dinoflagelados con 38 representantes. Fitoflagelados, silicoflagelados y clorofitas estuvieron también presentes, aunque en menor proporción. En cuanto a la distribución espacial de la diversidad y abundancia a través de las estaciones y estratos, se observó una alta variabilidad de la riqueza entre estratos, y en general, una mayor riqueza de taxa en las estaciones ubicadas frente a las islas y la bahía de Ancón, y Rio Seco (**Figura 2**).

La abundancia fue remarcablemente mayor en las aguas superficiales de las estaciones frente a la Playa Las Conchitas (HB-7) y Pasamayo (HB-9, HB-10, HB-11 y HB-12), debido a las altas densidades del fitoflagelado *Heterosigma akashiwo* y otros fitoflagelados no identificados (Figura 3).



**Figura 2.** Riqueza de especies de las muestras colectadas de la comunidad de fitoplancton en los diferentes estratos de profundidad durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

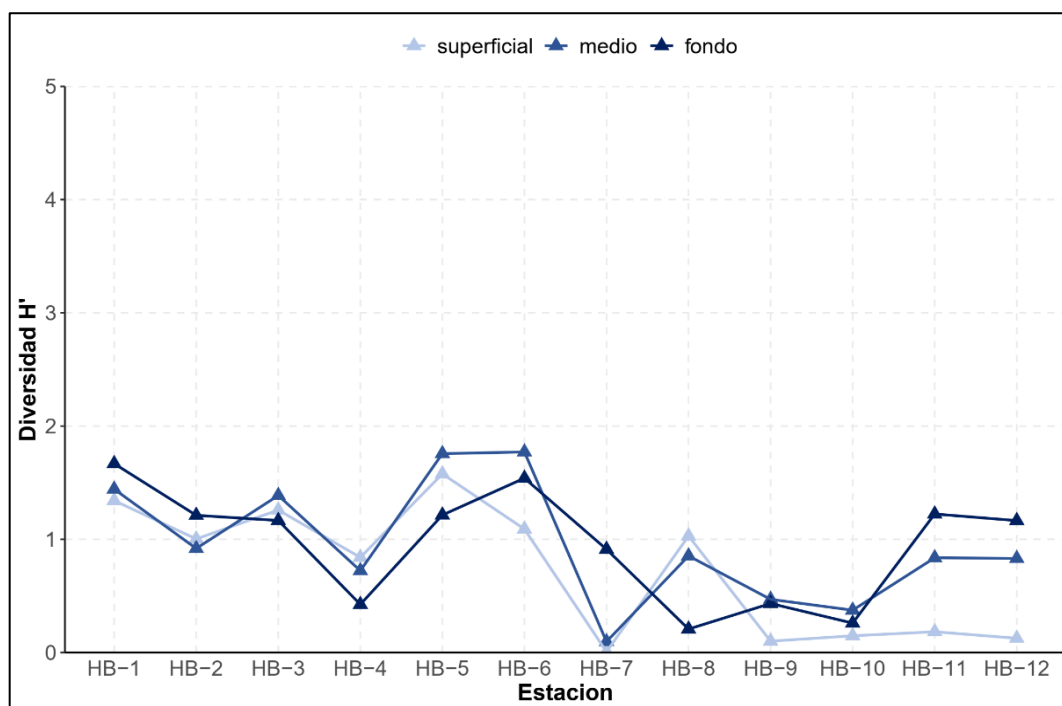


**Figura 3.** Abundancia de organismos de las muestras colectadas de la comunidad de fitoplancton en los diferentes estratos de profundidad durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022

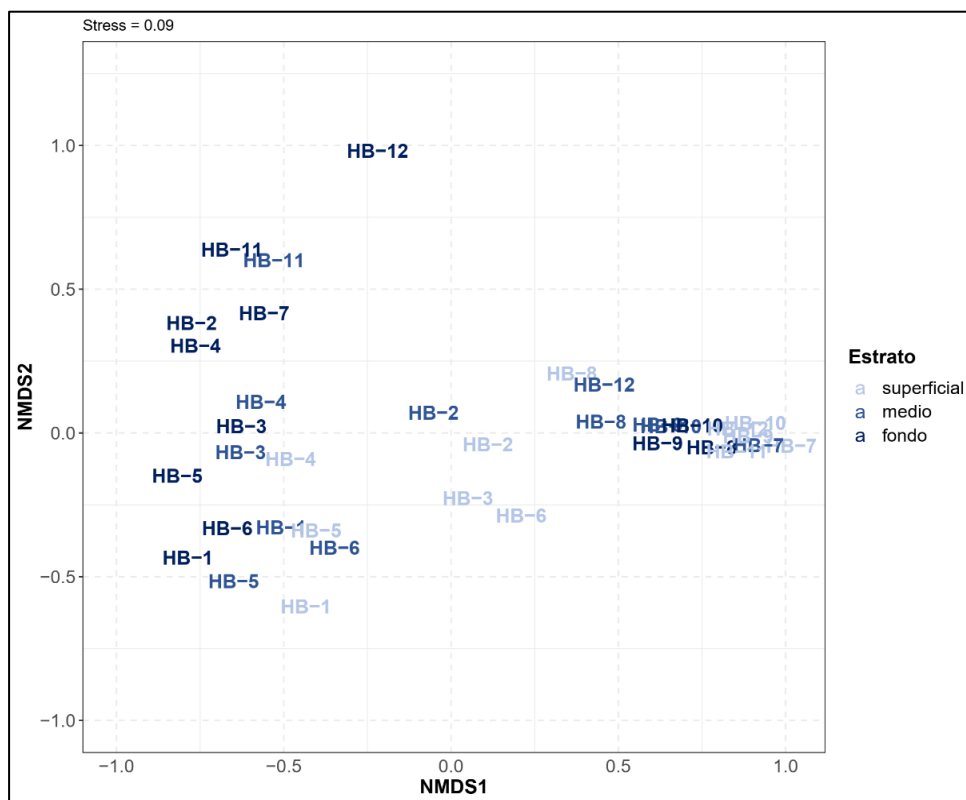


Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon-Wiener mostro que, en general, las estaciones presentan baja diversidad especifica, donde las estaciones HB-7, HB-8, HB-9, y HB-10 presentaron la menor diversidad con respecto al resto, sin diferencias claras entre estratos (Figura 4).

H. akashiwo es un alga común de aguas templadas costeras, sin embargo, la alta abundancia registrada en las zonas de Pasamayo, indica el acontecimiento de floraciones algales, los cuales son nocivos para diversos peces y mariscos. Estos eventos son asociados a condiciones de condiciones anormalmente cálidas, usualmente producto de la estratificación de aguas por debilitamiento de vientos (Steward et al., 2013). Este evento coincide con lo observado en campo, donde se presentó una coloración marrón del agua, típica de estas floraciones. En cuanto a la estructura comunitaria, se evidencio un notorio agrupamiento de las estaciones HB-8, HB-9, HB-10 (Pasamayo), mientras que las demás estaciones presentaron mayor disimilaridad entre ellas, con una disimilaridad global de 54.2 % entre todos los ensambles de fitoplancton. No se evidenciaron agrupamientos basados en estratos (Figura 5).



**Figura 4.** Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las muestras colectadas de la comunidad de fitoplancton en los diferentes estratos de profundidad durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.



**Figura 5.** Análisis de ordenación NMDS de los ensamblajes de fitoplancton en las estaciones y sus diferentes estratos de profundidad durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

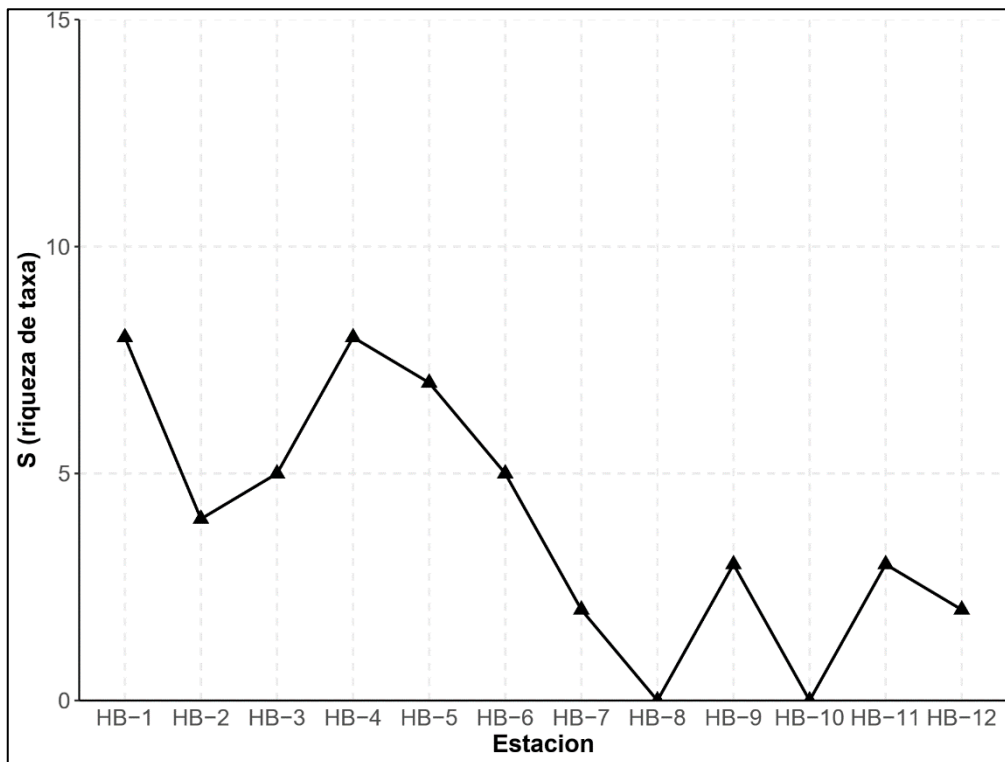
El análisis SIMPER permitió atribuir este patrón de agrupamiento y disimilaridad entre los diferentes ensamblajes de organismos fitoplanctónicos, a las especies de fitoflagelados como *H. akashiwo* y otros no identificados, los cuales aportaron un 34.3 % a la disimilaridad, seguidos de especies de diatomeas y dinoflagelados (Tabla 1). A pesar de las diferencias entre los ensamblajes, causada principalmente por la extraordinaria abundancia de especies de fitoflagelados formando floraciones algales, la comunidad presentó especies típicas de zonas de surgencia costera, como las diatomeas *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros didymus*, *Thalassiosira* sp, y otros dinoflagelados (Caliènes, 1973; Sánchez et al., 1996; Casas et al., 1999; Horner, 2002).

**Tabla 1.** Disimilaridad promedio, abundancia transformada promedio, y contribución acumulativa de las taxa de fitoplancton a esta disimilaridad, calculadas mediante el análisis SIMPER, entre las estaciones y sus diferentes estratos de profundidad durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022. Se muestra la lista de especies con un cut-off al 70% de contribución acumulada.

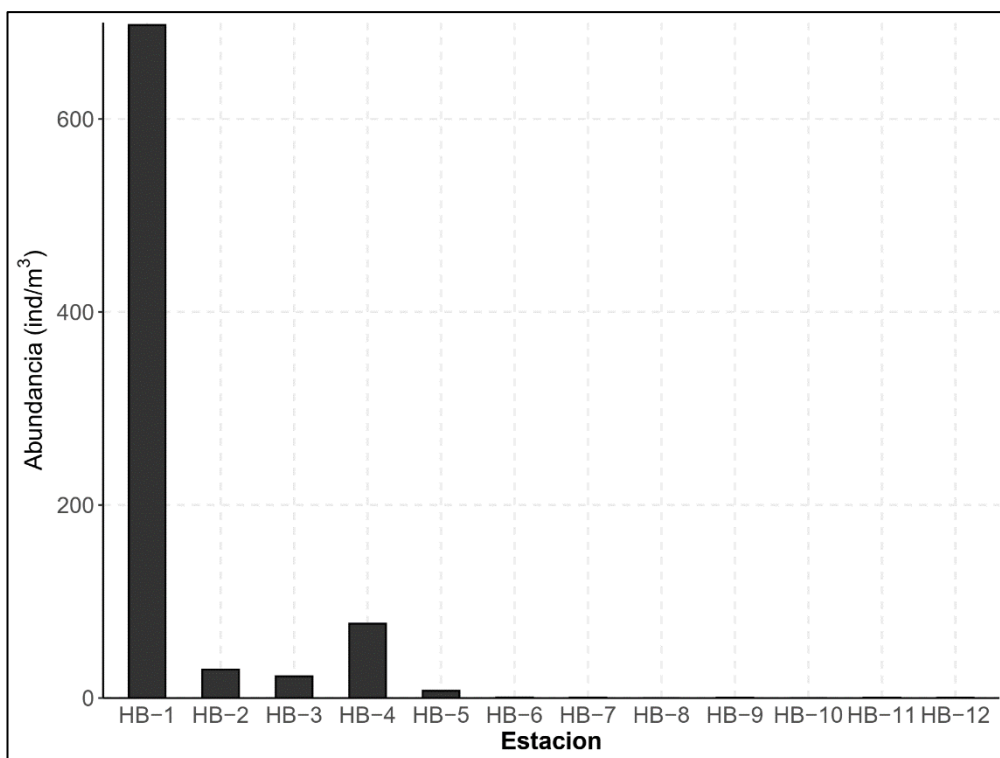
Taxa	Prom. Abund.	Contrib. %	Acum. %
<b>Disimilaridad promedio = 54.20%</b>			
<i>Heterosigma akashiwo</i>	0.107	19.73	19.73
Otros fitoflagelados	0.079	14.6	34.33
<i>Chaetoceros didymus</i>	0.044	8.17	42.50
<i>Amphora sp.</i>	0.025	4.62	47.12
<i>Amphiprora sp.</i>	0.023	4.2	51.32
Peridiniales	0.020	3.68	55.00
<i>Chaetoceros debilis</i>	0.018	3.26	58.26
Gymnodiniales	0.018	3.15	61.41
<i>Pleurosigma sp.</i>	0.014	2.62	64.03
<i>Odontella aurita</i>	0.014	2.57	66.60
<i>Leptocylindrus danicus</i>	0.014	2.53	69.13
<i>Oxytoxum sp.</i>	0.012	2.28	71.41

### 6.3 Zooplancton

Se identificaron un total de 14 taxa, siendo las zoeas de la clase Malacostraca los más representados con 4 taxa, seguidos de diversos estadios de desarrollo de calanoideos. La riqueza varía entre 0 y 8 taxa entre las estaciones, siendo mayor en las estaciones cercanas a Santa Rosa, las islas y bahía de Ancón (Figura 6). La abundancia de los organismos siguió el mismo patrón mostrado por la riqueza específica, siendo el copépodo *Acartia tonsa* la especie con mayor abundancia en todas las estaciones ( $n = 695.01$  ind/m<sup>3</sup>) (Figura 7).



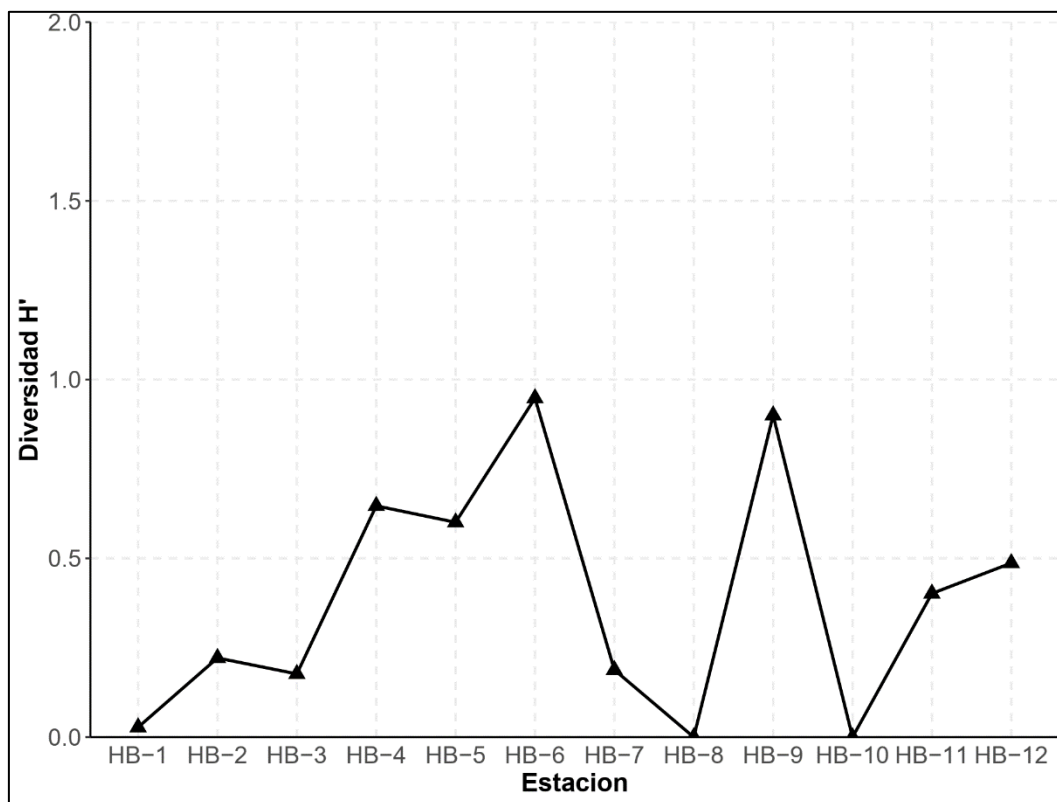
**Figura 6.** Riqueza de especies de las muestras colectadas de la comunidad de zooplancton en las diferentes estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.



**Figura 7.** Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las muestras colectadas de la comunidad de zooplancton en las diferentes estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

Por otro lado, el índice de diversidad  $H'$  evidencio una baja diversidad, mayor en las estaciones frente a las islas y bahía de Ancón (**Figura 8**). La dominancia de *Acartia tonsa* en la comunidad fitoplanctonica sido reportada para ambientes costeros y estuarinos debido a su alta tolerancia a ambientes eutróficos (Tiselius et al., 2008).

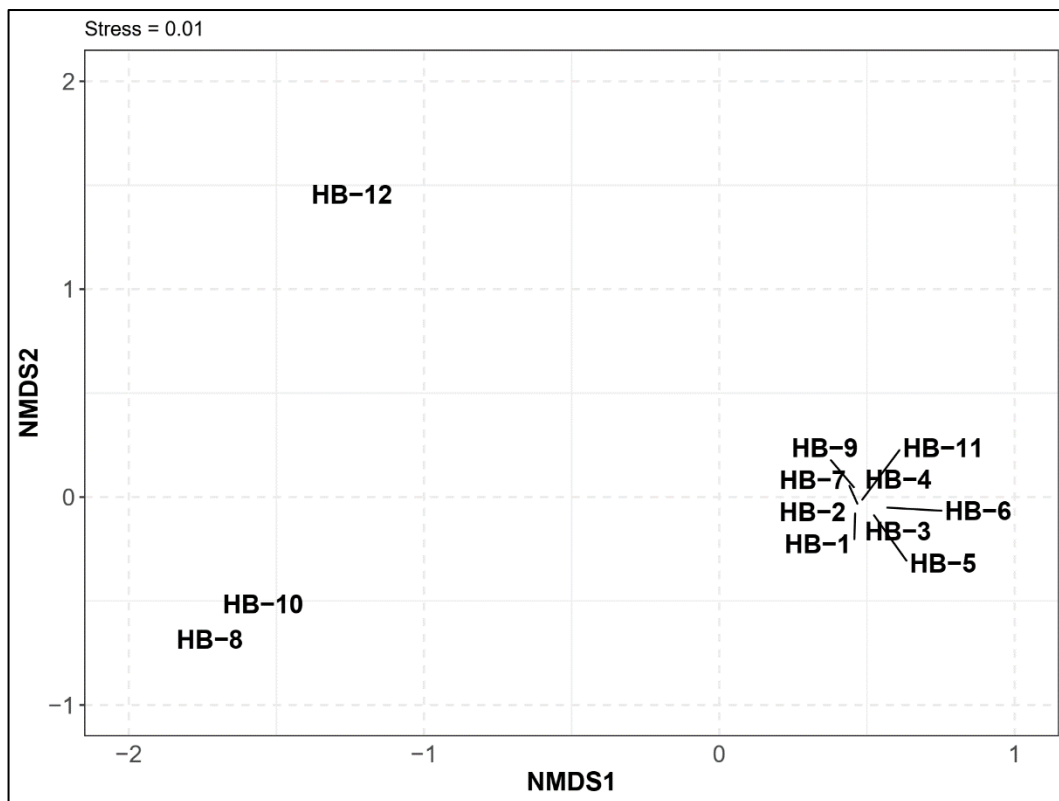
Así también, es común en las zonas costeras del sistema de la corriente de Humboldt, donde contribuye hasta en un 99% de la abundancia total, concordante con lo encontrado en el presente reporte (Arones et al., 2009; Ayón & Hirche, 2021).



**Figura 8.** Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las muestras colectadas de la comunidad de peces en las diferentes estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

En cuanto a la estructura de la comunidad, esta se mostró muy similar entre las estaciones, con una similaridad mayor a 40.7% (**Figura 9**). El análisis a posteriori del único agrupamiento mediante SIMPER mostro nuevamente a *Acartia tonsa* como la especie de mayor contribución a la similaridad de las estaciones (82.98%), seguido de zoes de Pinnotheridae en menor proporción (8.21%)

**(Tabla 2).** Una composición similar también ha sido encontrada frente a la bahía del callao, Perú, principalmente durante los meses de primareva-verano (Ayón & Hirche, 2021).



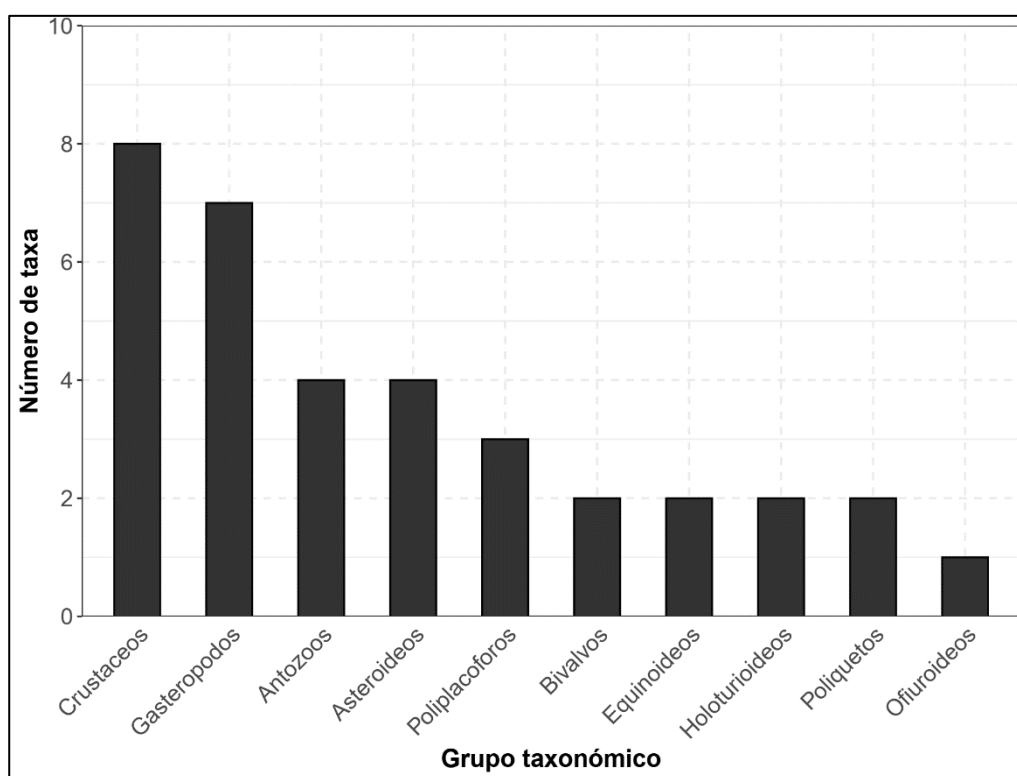
**Figura 9.** Análisis de ordenación NMDS de los ensambles de bentos en las estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

**Tabla 2.** Similaridad promedio, abundancia transformada promedio, y contribución acumulativa de las taxa de zooplancton a esta similaridad, calculadas mediante el análisis SIMPER, entre las estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022. Se muestra la lista de especies con un cut-off al 90% de contribución acumulada.

Taxa	Prom. Abund.	Contrib. %	Acum. %
<b>Similaridad promedio = 40.73%</b>			
<i>Acartia tonsa</i>	0.70	82.98	82.98
Pinnotheridae	0.12	8.21	91.19

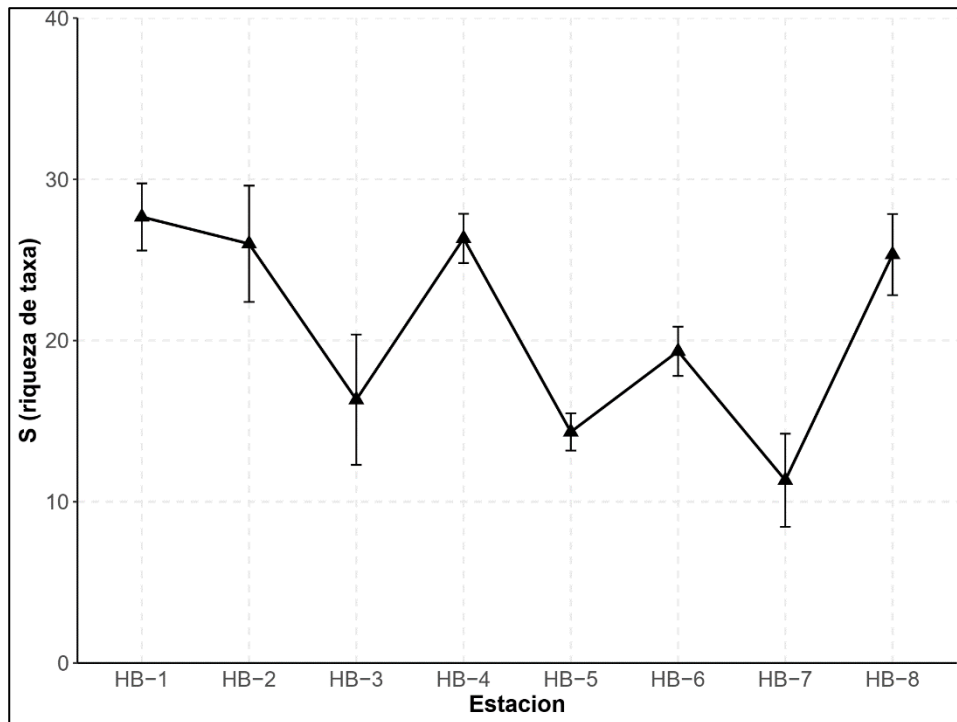
## 6.4 Macroinvertebrados Bentónicos

Se identificaron un total de 35 taxa a lo largo del estudio, siendo los crustáceos agrupados los organismos más representados con 8 taxa. Los gasterópodos fueron los siguientes mejor representados con 7 taxa, mientras que los demás grupos taxonómicos presentaron menos de 4 taxa (Figura 10). crustáceos, gasterópodos, y equinodermos han sido reportados como grupos taxonómicos dominantes en las Islas y bahía de Ancón durante el 2004 y 2010 (Arguelles et al., 2005; 2010).

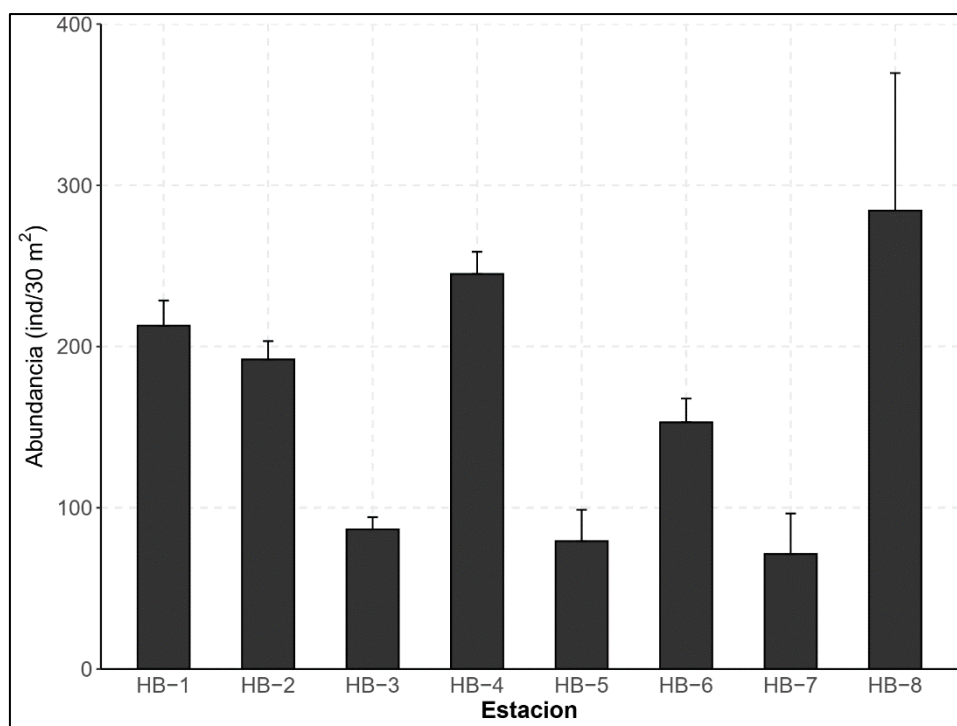


**Figura 10.** Número de especies representadas en cada grupo taxonómico de la comunidad de bentos durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

La riqueza promedio vario entre 11 y 27 taxa, sin seguir un patrón establecido a largo de la línea de costa evaluada. La dispersión de valores de riqueza fue mayor en las estaciones HB-3 y HB-7, en donde la última presento la menor riqueza promedio. En contraste, las estaciones con mayor riqueza promedio fueron HB-1, HB-2, HB-4, y HB-8 (Figura 11). La abundancia promedio de individuos vario entre 80 y 300 ind/30m<sup>2</sup>, siendo mayor en HB-8, seguido de HB-1, HB-2, y HB-4 (Figura 12).



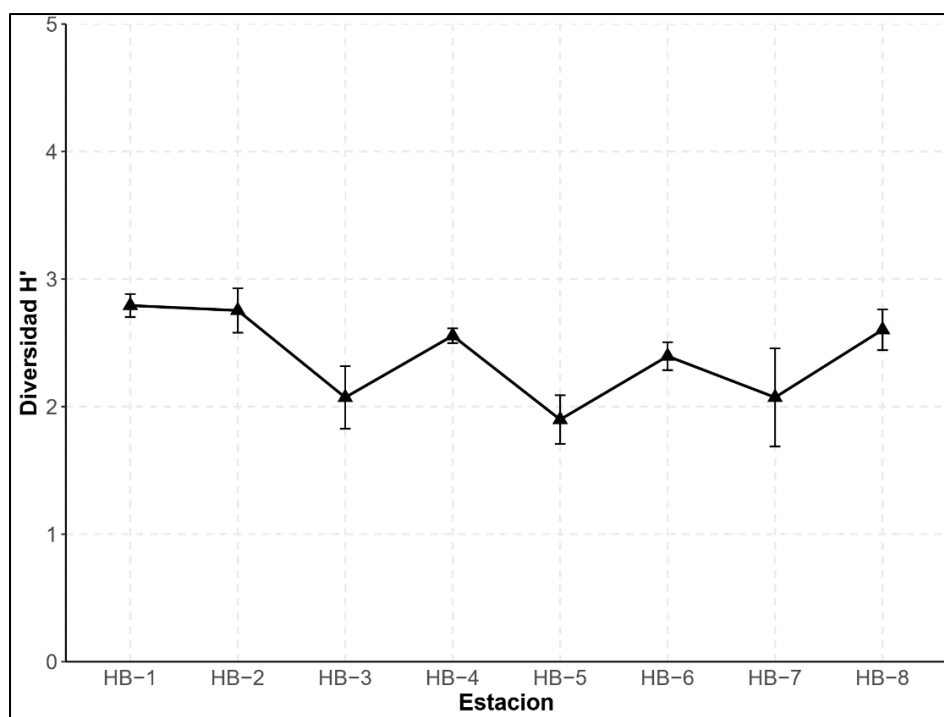
**Figura 11.** Riqueza de especies promedio de las muestras colectadas de la comunidad de bentos durante la evaluación en Santa Rosa, Ancon, y Pasamayo en 2022.



**Figura 12.** Abundancia promedio de organismos de las muestras colectadas de la comunidad de bentos durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.



La diversidad, por otro lado, oscilo entre 2 y 3, siendo las estaciones con menor diversidad HB-3, HB-5, y HB-7 (**Figura 13**). Valores similares de riqueza y diversidad han sido encontrados en las mismas zonas para la comunidad de bentos asociado a fondos rocosos durante el 2010 (Arguelles et al., 2010). Por otro lado, las especies más abundantes en el presente estudio fueron, el erizo negro *Tetrapygus niger*, *Crepidatella dilatata*, y el caracol negro *Thaisella chocolata*. Esto coincide con lo reportado para la zona durante el 2010, pero no durante el 2005. Esto se debe principalmente a la unidad de muestreo empleada en cada uno. Durante ambos años se emplearon metodologías de muestreo tanto para fondo blando como para fondo duro, sin embargo, solo durante el 2010 se pudo diferenciar patrones de abundancia asociados al fondo duro. Cabe resaltar que la zona de estudio evaluada es considerada un banco natural de invertebrados bentónicos comerciales, donde predomina la extracción de especies como el caracol negro, los cangrejos *Romaleon setosum* y *Cancer porteri*, las lapas del género *Fissurella*, y el pulpo *Octopus mimus* (Nakandakari, 2015). Así mismo, durante ciertas temporadas, la zona de Pasamayo soporta abundancias importantes del pepino de mar *Pattalus mollis* (comm. pers.).



**Figura 13.** Índice de diversidad Shannon-Wiener ( $H'$ ) promedio de las muestras colectadas de la comunidad de bentos durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

En base al análisis comunitario, los ensamblajes de macrobentos mostraron una similitud dentro de grupos mayor a 65%, aunque con una evidente disimilitud de los grupos HB-3, HB-5, y HB-8 frente al resto, con disimilitudes mayores al 40% (Tabla 3) (Figura 14). Las principales especies que contribuyeron a esta disimilitud fueron *Tegula luctuosa*, *Stichaster striatus*, *Tegula atra*, *Austromegabalanus psittacus*, *Pattalus mollis*, *R. setosum*, *Acanthopleura echinata* para las estaciones HB-3, HB-5, y HB-8 (anexo 1).

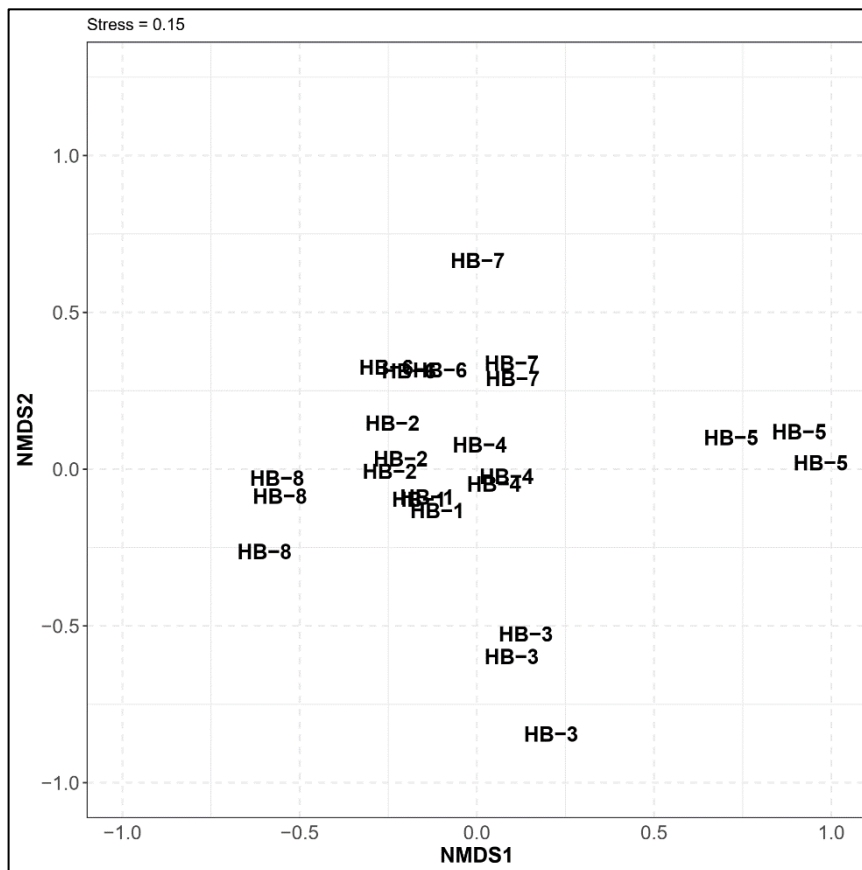
Las especies del género *Tegula* se encuentran usualmente asociadas a fondos con presencia de turf de algas, sobre los cuales se agregan para alimentarse (Stotz et al., 2016). Por otro lado, especies como *Pattalus mollis* están más distribuidos en zonas de rompiente y movimiento frecuente de material en suspensión, como sucede en las áreas cercanas a Pasamayo, importantes áreas de extracción de este recurso (comm. pers.). Las demás especies suelen ser de una distribución más amplia en cuanto a tipos de hábitats preferidos.

**Tabla 3.** Similaridad promedio, abundancia transformada promedio, y contribución acumulativa de las taxa a esta similitud, entre las muestras colectadas de la comunidad de bentos durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022, calculados mediante el análisis SIMPER.

Estacion	Especie	Prom. Abund	Contrib%	Acum.%
HB-1	Similaridad promedio = 85.05%			
	<i>Thaisella chocolata</i>	0.34	8.56	8.56
	<i>Crepidula sp</i>	0.31	7.79	16.35
	<i>Tegula atra</i>	0.31	7.77	24.12
	NEREIDIDAE	0.28	7.11	31.22
	<i>Tetrapygyus niger</i>	0.28	6.95	38.17
	<i>Xanthochorus buxeus</i>	0.27	6.75	44.92
	<i>Anthothoe chilensis</i>	0.25	5.53	50.45
	<i>Stichaster striatus</i>	0.23	5.53	55.97
	<i>Phymanthea pluvia</i>	0.22	5.25	61.22
	<i>Romaleon setosum</i>	0.21	5.19	66.41
<i>Fissurella latimarginata</i>	0.21	5.02	71.43	
HB-2	Similaridad promedio = 75.18%			
	<i>Xanthochorus buxeus</i>	0.36	10.25	10.25
	<i>Crepidatella dilatata</i>	0.32	8.96	19.21
	<i>Tegula atra</i>	0.31	8.25	27.46

	<i>Thaisella chocolata</i>	0.29	7.94	35.4
	<i>Phymanthea pluvia</i>	0.23	6.6	41.99
	<i>Tetrapygyus niger</i>	0.24	5.65	47.64
	<i>Stichaster striatus</i>	0.25	5.45	53.09
	<i>Oulactis concinnata</i>	0.17	5.01	58.1
	<i>Fissurella latimarginata</i>	0.2	4.97	63.08
	<i>Patiria chilensis</i>	0.19	4.71	67.79
	<i>Phymactis clematis</i>	0.18	4.47	72.26
HB-3	<b>Similaridad promedio = 70.68%</b>			
	<i>Tegula atra</i>	0.53	21.66	21.66
	<i>Tegula luctuosa</i>	0.42	17.81	39.47
	<i>Austromegabalanus psittacus</i>	0.34	13.98	53.45
	NEREIDIDAE	0.32	13.32	66.77
	<i>Thaisella chocolata</i>	0.22	7.99	74.76
HB-4	<b>Similaridad promedio = 83.96%</b>			
	<i>Tetrapygyus niger</i>	0.43	11.81	11.81
	<i>Thaisella chocolata</i>	0.41	11.33	23.14
	<i>Crepidatella dilatata</i>	0.38	10.41	33.55
	<i>Tegula atra</i>	0.27	7.33	40.88
	<i>Acanthopleura echinata</i>	0.24	6.53	47.42
	<i>Cancer porteri</i>	0.24	6.45	53.86
	<i>Anthothoe chilensis</i>	0.22	5.83	59.69
	<i>Xanthochorus buxeus</i>	0.19	4.91	64.6
	<i>Austromegabalanus psittacus</i>	0.18	4.5	69.1
<i>Fissurella latimarginata</i>	0.17	4.29	73.39	
HB-5	<b>Similaridad promedio = 72.58%</b>			
	<i>Romaleon setosum</i>	0.56	26.53	26.53
	<i>Acanthopleura echinata</i>	0.34	16.79	43.31
	<i>Chiton cumingsii</i>	0.33	14.58	57.89
	<i>Tegula atra</i>	0.33	10.66	68.56
	<i>Tetrapygyus niger</i>	0.28	9.71	78.26
HB-6	<b>Similaridad promedio = 75.00%</b>			
	<i>Romaleon setosum</i>	0.42	13.88	13.88
	<i>Thaisella chocolata</i>	0.38	12.13	26.01
	<i>Stichaster striatus</i>	0.32	10.61	36.61
	<i>Crepidatella dilatata</i>	0.32	10.42	47.04
	<i>Cancer porteri</i>	0.26	8.61	55.64
	<i>Phymactis clematis</i>	0.25	8.08	63.72
	<i>Tetrapygyus niger</i>	0.23	7.7	71.42
HB-7	<b>Similaridad promedio = 66.27%</b>			
	<i>Tegula atra</i>	0.41	19.78	19.78
	<i>Crepidatella dilatata</i>	0.44	18.25	38.03
	<i>Thaisella chocolata</i>	0.32	14.07	52.1
	<i>Fissurella latimarginata</i>	0.32	11.15	63.25

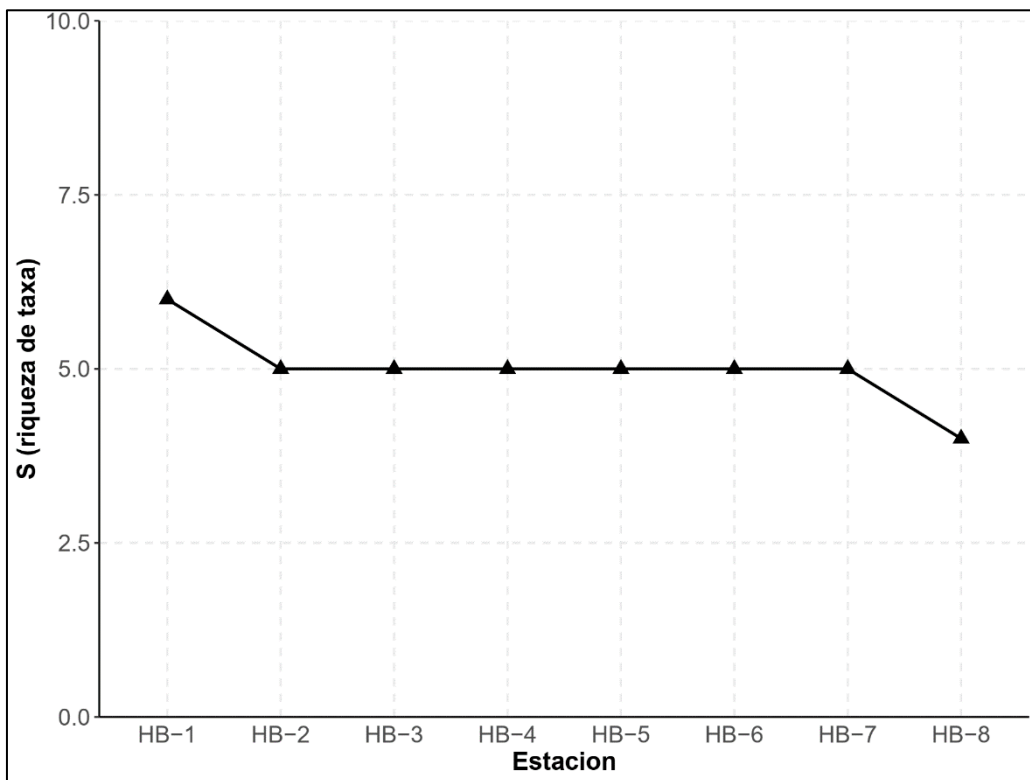
	<i>Tetrapygus niger</i>	0.31	11.03	74.28
HB-8	Similaridad promedio = 82.51%			
	<i>Pattalus mollis</i>	0.41	11	11
	<i>Athyonidium chilensis</i>	0.37	9.18	20.18
	<i>Tetrapygus niger</i>	0.31	8.73	28.91
	<i>Fissurella latimarginata</i>	0.3	8.05	36.96
	<i>Romaleon setosum</i>	0.27	7.52	44.47
	<i>Priene scabrum</i>	0.25	7.34	51.81
	<i>Crepidatella dilatata</i>	0.24	6.99	58.81
	<i>Xanthochorus buxeus</i>	0.22	6.02	64.83
		<i>Tegula luctuosa</i>	0.21	5.32



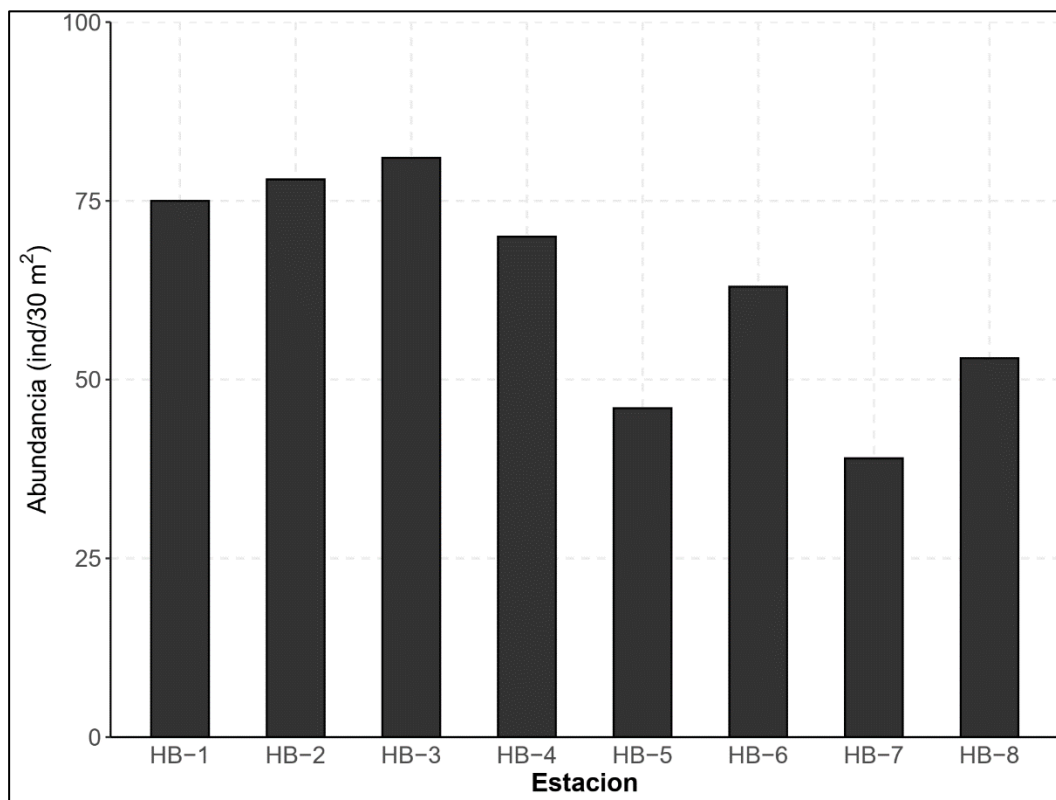
**Figura 14.** Análisis de ordenación NMDS de los ensambles de bentos en las estaciones y sus diferentes replicas durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

## 6.5 Peces

Se identificaron un total de 7 especies de peces. La riqueza específica vario entre 4 y 6, con una media aproximada de 5 especies por estación (**Figura 15**). La abundancia fue mayor en la estación HB-3, con 81 individuos, siendo la pintadilla la especie más abundante en todas las estaciones, seguida de las especies de blénidos (**Figura 16**).

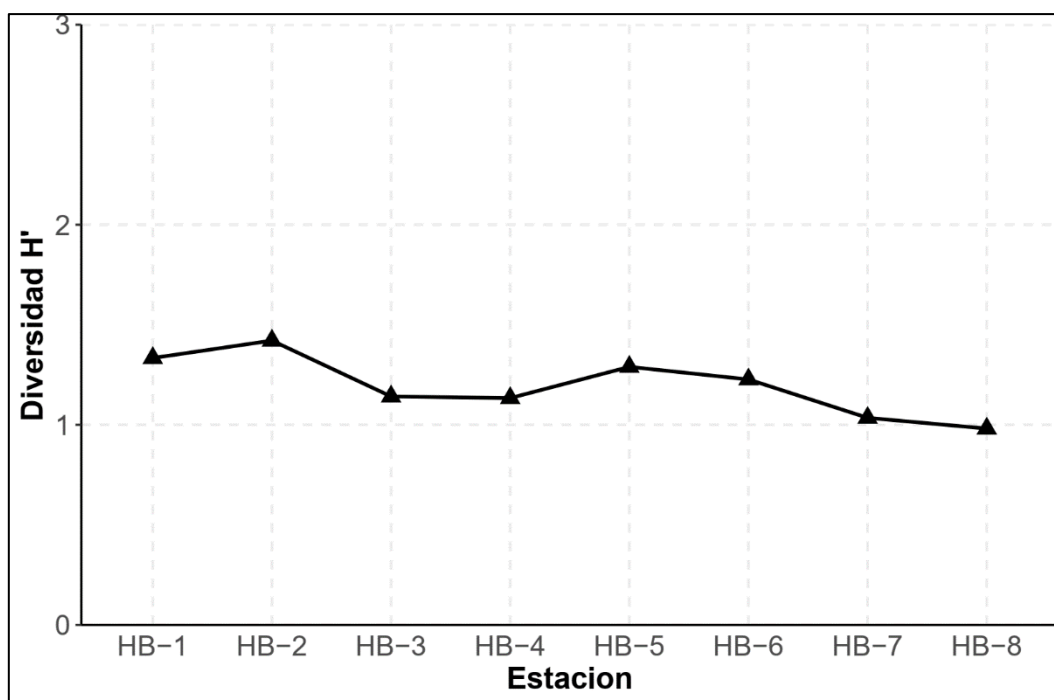


**Figura 15.** Riqueza de especies de las muestras colectadas de la comunidad de peces en las diferentes estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.



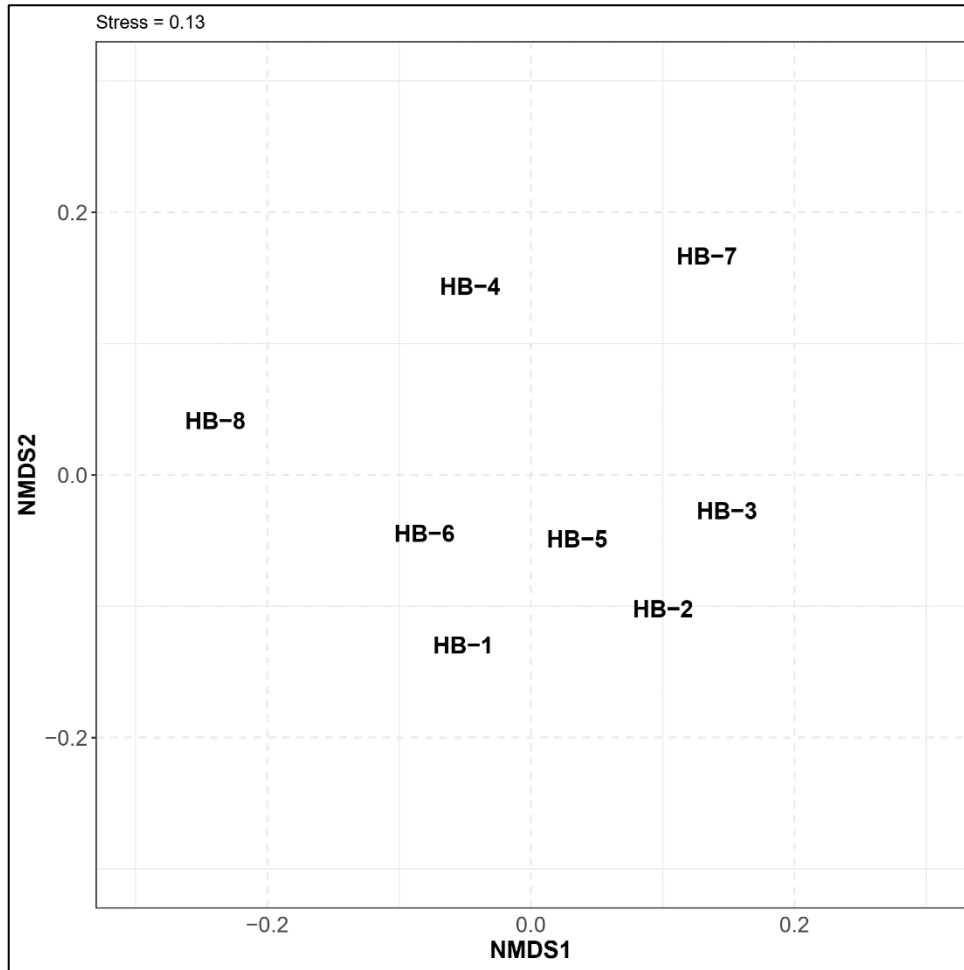
**Figura 16.** Abundancia de organismos de las muestras colectadas de la comunidad de peces en las diferentes estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener  $H'$  evidencio una baja diversidad, y similar entre todas las estaciones, concordante con la dominancia de ciertas especies de peces sobre otras (**Figura 17**). La pintadilla sostiene una importante pesquería local en Ancón, siendo uno de los recursos más extraídos por buzos artesanales y pinteros, seguida en menor proporción por rederos (Aguilar, 2014). Esta presión pesquera podría reflejar la disponibilidad de los recursos pesqueros en términos de su abundancia natural en los ecosistemas.



**Figura 17.** Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las muestras colectadas de la comunidad de peces en las diferentes estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

En cuanto a estructura de la comunidad, el análisis de similitud Bray Curtis mostro una alta similitud entre las estaciones, de 81.4%. Los ensambles de peces en HB-4, HB-7, y HB-8, sin embargo, mostraron cierta disimilitud entre ellos y con todas las demás estaciones (**Figura 18**). Las especies que mas contribuyeron a esta disimilitud fueron *Anisostremus scapularis* “chita”, *Paralabrax humeralis* “cabrilla”, y *Labrisomus philippii* “tramboyo”, con un 21.58%, 18.07%, 15.63%, y 13.06%, respectivamente (**Tabla 4**). La especie *A. scapularis* es un pez mayormente asociado a zonas de alta actividad de oleaje y costeras, la cual suele moverse en cardúmenes segregados por tamaños. Por otro lado, *P. humeralis* es una especie que se distribuye mejor a profundidades moderadas, usualmente aislado o en pequeños cardúmenes. El caso de *L. philippii* es más particular, ya que su distribución está restringida a la disponibilidad de sustrato duro en el ecosistema, ya que forma parte importante en su ciclo de vida. Además, los individuos de esta especie suelen permanecer solitarios y asociados a un nido durante la época reproductiva.



**Figura 18.** Análisis de ordenación NMDS de los ensambles de bentos en las estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022.

**Tabla 4.** Disimilaridad promedio, abundancia transformada promedio, y contribución acumulativa de las taxa de peces a esta disimilaridad, calculadas mediante el análisis SIMPER, entre las estaciones durante la evaluación en Santa Rosa, Ancón, y Pasamayo en 2022. Se muestra la lista de especies con un cut-off al 90% de contribución acumulada.

Taxa	Prom. Abund.	Contrib. %	Acum. %
<b>Disimilaridad promedio = 18.61%</b>			
<i>Anisostremus scapularis</i>	0.04015	21.6	21.6
<i>Paralabrax humeralis</i>	0.03363	18	39.6
<i>Labrisomus philippii</i>	0.02908	15.7	55.3
<i>Paralichthys adspersus</i>	0.0243	13	68.3
<i>Scartichthys sp.</i>	0.02138	11.5	79.8



## 7 CONCLUSIONES

La diversidad de especies fue de baja a moderada en todas las comunidades presentes en las estaciones.

La composición fitoplanctonica y las observaciones de campo relevaron el acontecimiento de una floración algal causada por el fitoflagelado *H. akashiwo*.

Debido a las condiciones del incremento de la composición planctónica (marea roja) y sumado a las condiciones climáticas, contribuyo a la nula visibilidad en las estaciones HB-09, HB-10, HB-11 y HB-12, imposibilitando realizar la observación y colecta de la diversidad bentónica y peces.

La estructura comunitaria fue muy similar entre la mayoría de las comunidades, a excepción de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, donde las estaciones de Corral de Vacas, Islas Pescadores, y Tomaycalla mostraron una configuración específica diferente a las demás estaciones.

En peces se evidencio una riqueza de 7 especies, con una dominancia en abundancia de la especie *Cheilodactylus variegatus* (pintadilla) en todas las estaciones evaluadas fue ratificada en ambas observaciones mediante buceo semiautónomo y buceo a pulmón. En este último también se observo gran presencia de cardúmenes de la especie *Anisotremus scapularis* (chita), en las estaciones HB-02, HB-3 y HB-4. (fotografías, anexo 2).

Los parámetros fisicoquímicos registrados en las estaciones se encuentran dentro de los rangos de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 2.

No se observó presencia de hidrocarburos en la superficie en ninguna de las estaciones cuando se realizó la colecta de muestras de fitoplancton y zooplancton, pero si plásticos en diversos tamaños. Y en el fondo submarino de igual manera no se encontró rastros de hidrocarburos cuando se procedió a realizar la observación y colecta de macroinvertebrados bentónicos y peces mediante buceo semiautónomo y buceo a pulmón (fotografías, anexo 2).

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álamo, V. y V. Valdivieso. 1987. Lista sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Bol. Inst. Mar Perú, Callao, Vol. Extr: 183 p.
- APHA (2017). SMEWW. Part 10200. Plankton. Concentration Techniques, Phytoplankton Counting Techniques. 23rd Ed. APHA-AWWA.WEF.
- Argüelles, J., Taipe, A., Espinoza, E., Aguilar, S., García, W., Tenorio, J., et al. (2010) Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca en la región Lima entre Chancay y Cerro Azul. *Inf Inst Mar Perú*. 83p.
- Argüelles, J., Taipe, A., Tenorio, J. (2005). Prospección bioceanográfica para la determinación de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales entre Islotes Pescadores, Ancón, e Isla Ventanillas (06 – 12 de setiembre del 2004). *Inf Inst Mar Perú*. 20p.
- Aronés, K., Ayón, P., Hirche, H. J., & Schwamborn, R. (2009). Hydrographic structure and zooplankton abundance and diversity off Paita, northern Peru (1994 to 2004)—ENSO effects, trends and changes. *Journal of Marine Systems*, 78(4), 582-598.
- Ayón, P., & Hirche, H. J. (2021). Zooplankton of the low-oxygen waters of Bahía Callao (Central Peru)-with special reference to the reproductive activity of the copepod *Acartia tonsa*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 262, 107572.
- Bohnsack, J. A. y S. P. Bannerot. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of Coral Reef Fishes. NOAA Technical Report NMFS 41.
- Calienes R. (1973). Diversidad y Asociación del fitoplancton en Callao, 1961-1962. Tesis, Univ. Nacional San Agustín Arequipa, 67 pp.
- Casas, B., Varela, M., & Bode, A. (1999). Seasonal succession of phytoplankton species on the coast of A Coruña (Galicia, northwest Spain). *BOLETIN- INSTITUTO ESPANOL DE OCEANOGRAFIA*, 15(1/4), 413-430.

CHIRICHIGNO, N. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Callao, Perú. 2da edición. 496 pp.

Edgar G.J., Barret N.S. & Morton A.J. 2004. Biases associated with the use of underwater visual census techniques to quantify the density and size-structure of fish populations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 308: 269-290.

Horner, R. A. (2002). A taxonomic guide to some common phytoplankton. Biopress Limited. *Dorset Press, Dorchester, UK, 200*, 358-362.

IMARPE (2010). Manual de Procedimientos para el muestreo y ensayo semicuantitativo y cuantitativo de fitoplancton potencialmente tóxico. Edición 1, versión 0, Lima, 1-22p

Legendre, P., & Gallagher, E. D. (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129(2), 271-280.

Nakandakari A. (2015). Conocimiento, Actitudes Y Prácticas de Los Extractores de Mariscos de Ancón. Reporte final para The Nature Conservancy.

Sánchez Ramírez, S., Delgado Loayza, E., & Chang, F. (1996). Características del fitoplancton superficial en Paita, Chimbote, Callao, Pisco e Ilo (MOPAS 9510) 21-27 de octubre de 1995.

Steward, G. F., Culley, A. I., & Wood-Charlson, E. M. (2013). Marine viruses.

Stotz, W. B., Aburto, J., Caillaux, L. M., & González, S. A. (2016). Vertical distribution of rocky subtidal assemblages along the exposed coast of north-central Chile. *Journal of Sea Research*, 107, 34-47.

Tiselius, P., Borg, C. M. A., Hansen, B. W., Hansen, P. J., Nielsen, T. G., & Vismann, B. (2008). High reproduction, but low biomass: mortality estimates of the copepod *Acartia tonsa* in a hyper-eutrophic estuary. *Aquatic Biology*, 2(1), 93-103.

WoRMS Editorial Board. 2016. World Register of Marine Species at VLIZ. <http://www.marinespecies.org>

## **9 ANEXOS**

Anexo 1. Base datos

Anexo 2. Galería fotográfica

Anexo 3. Resultados del análisis del laboratorio