# CONTAMINACIÓN MARINA COSTERA Y ESTADO DEL ECOSISTEMA EN PACASMAYO, MALABRIGO, HUANCHACO Y SALAVERRY, NOVIEMBRE 2019 - 2020

## COASTAL MARINE POLLUTION AND ECOSYSTEM STATUS IN PACASMAYO, MALABRIGO, HUANCHACO, AND SALAVERRY (NOVEMBER 2019-2020)

*Víctor Rebaza Castillo*[1] *Santos Alfaro Mudarra*[1] *Rita Orozco Moreyra*[2]


### RESUMEN

*Rebaza Castillo, V., Alfaro Mudarra, S. & Orozco Moreyra, R. (2024). Contaminación marina costera y estado del ecosistema en Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, noviembre 2019 - 2020. Inf Inst Mar Perú, 51(2): 186-203.-* En noviembre 2019 y 2020 se desarrollaron monitoreos para determinar el estado del ecosistema marino en las zonas submareales, intermareales de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, así como de los ríos Jequetepeque y Moche. Se midieron parámetros físicos, químicos y biológicos en agua y sedimento. Se detectó condición oceanográfica cálida debido al arribo de una onda Kelvin en la costa centro-norte de Perú. El contenido de oxígeno y potencial de Hidrógeno cumplió con los estándares de calidad ambiental (ECA, Decreto Supremo Nº 004-2017-Minam, 2017). En Huanchaco y Salaverry se evidenció contaminación por materia orgánica, el sedimento presentó olor a sulfuros, predominando fango y arena muy fina, al igual que en el fondo del desembarcadero de Malabrigo. Se registró contaminación fecal en Pacasmayo, las playas La Bocana del río Jequetepeque, El Muelle, La Lata, Junco Marino, Buenos Aires norte y Huanchaquito; las playas El Muelle Pacasmayo y Buenos Aires norte, presentaron mayor contaminación fecal, superando los ECA. El poliqueto *Owenia fusiformis* fue la especie dominante para Huanchaco y Malabrigo; las especies indicadoras de algún tipo de perturbación ambiental fueron: *Pherusa plumosa, Magelona* sp. y *Owenia fusiformis* en Salaverry. El zooplancton presentó diversidad típica de zonas cercanas a costa. Los estadios tempranos tales como copepoditos, huevos y larvas de peces, nauplios de cirrípedos, apendicularias y foraminíferos fueron muy abundantes. La clase taxonómica Polychaeta predominó, con cuatro especies. El río Moche, entre el puente en Panamericana y su desembocadura al mar de Buenos Aires norte, presentó anoxia e hipoxia, respectivamente, además de contaminación fecal.


Palabras clave: contaminación, anoxia, sedimento reducido


### ABSTRACT

*Rebaza Castillo, V., Alfaro Mudarra, S. & Orozco Moreyra, R.* (2024). *Coastal marine pollution and e cosystem status in Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, and Salaverry (November 2019- 2020). Inf Inst Mar Peru, 51(2): 186-203.-* In November 2019 and 2020, comprehensive monitoring was conducted to assess the marine ecosystem status in the subtidal and intertidal zones of Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, and Salaverry, as well as the Jequetepeque and Moche rivers. Measurements included physical, chemical, and biological parameters in both water and sediment. The results indicated a warm oceanographic condition due to the arrival of a Kelvin wave along the central-northern coast of Peru. Oxygen levels and pH values complied with the environmental quality standards (EQS). Organic matter contamination was evident in Huanchaco and Salaverry, where sediments emitted a sulfurous odor and consisted mainly of mud and very fine sand, similar to the seabed in Malabrigo's docking area. Fecal contamination was noted in Pacasmayo and at several beaches including La Bocana of the Jequetepeque River, El Muelle, La Lata, Junco Marino, Buenos Aires Norte, and Huanchaquito. Beaches El Muelle Pacasmayo and Buenos Aires Norte had the highest levels of fecal contamination, surpassing EQS. The polychaete Owenia fusiformis was the dominant species in Huanchaco and Malabrigo. Indicator species for environmental disturbance, such as Pherusa plumosa, Magelona sp., and Owenia fusiformis were identified in Salaverry. Zooplankton diversity was typical of coastal areas, with early stages like copepodites, fish eggs and larvae, barnacle nauplii, appendicularia, and foraminifera being abundant. Polychaeta was the predominant taxonomic class, represented by four species. The Moche River, bridge at the Pan-American Highway and its mouth at Buenos Aires Norte, exhibited conditions of anoxia and hypoxia, respectively, along with fecal contamination.


Keywords: contamination, anoxia, reduced sediment

1 Instituto del Mar del Perú, Laboratorio Costero de Huanchaco, vrebaza@imarpe.gob.pe
2 Instituto del Mar del Perú, Sede central

## 1. INTRODUCCIÓN

Entre los objetivos de gestión de la autoridad regional de La Libertad, está: conservar y aprovechar de manera sostenible los recursos naturales y la diversidad biológica mediante el fortalecimiento de capacidades para la gestión de la calidad ambiental y del uso de los recursos (Cerplan, 2016). En ese marco, Imarpe con sede en Huanchaco, hace anualmente monitoreos de la calidad ambiental de la zona marino costera de la región liberteña, con muestreos en Pacasmayo, Salaverry, Malabrigo, Huanchaco y Puerto Morín. El área de Huanchaco comprende desde el margen derecho del río Moche, la playa de Buenos Aires, en donde se ubica un punto de vertimiento de aguas residuales de la PTAR Covicorti, playas de Huanchaquito (derrame de aguas servidas municipales), playa de Varadero hasta los Totorales. Este ámbito, recibe las aguas marinas de la zona sur adyacente, como son el puerto de Salaverry, las playas Las Delicias, y aguas del río Moche. En Salaverry, la pesca artesanal costera es tan importante como la pesca de altura y coexiste con actividades portuarias de nivel nacional e internacional. En Malabrigo, además de la actividad pesquera artesanal, se desarrolla la actividad pesquera industrial, alrededor de ocho plantas pesqueras procesan anchoveta para obtener harina y aceite. En puerto Malabrigo los efluentes de la actividad pesquera industrial, según el Ministerio del Ambiente (2008), generaron impacto negativo sobre el cuerpo marino receptor; además, como indican Varas *et al.* (2015) el 2011 y durante los momentos de producción, el valor de oxígeno disuelto anual promedio fue 2,736 mg/L.

En estudios realizados durante el 2010, 2013, 2014 y 2016, Salaverry y Huanchaco fueron reportados como contaminados por materia orgánica, inorgánica y microbiológica; respecto a los cuatro metales ecotóxicos: zinc, plomo, cadmio y mercurio, estuvieron sobre la categoría ISQG de la Norma de Canadá, indicando efectos biológicos adversos ocasionales, por lo que el área de Huanchaco fue catalogada como no apta para el desarrollo acuícola en La Libertad; mientras que, las playas de Pacasmayo presentaron contaminación fecal (Rebaza *et al*., 2013, 2016 y 2019).

El Laboratorio Costero de Huanchaco, en coordinación con las Direcciones Generales de Investigación en Acuicultura e Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático de la Sede Central, realizó esta investigación, evaluando los parámetros físicos, químicos y biológicos en agua, sedimento y organismos marinos, con el propósito de obtener información actualizada sobre los niveles de contaminación, a fin de sugerir a las autoridades, las medidas de acción para evitar que continúe el deterioro del ecosistema marino costero en la Región.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Zonas y estaciones de muestreo

En noviembre 2019 y 2020, se evaluaron las zonas submareal e intermareal de Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, intermareal de Pacasmayo y la cuenca baja del río Moche (Fig. 1).

**Pacasmayo.** Se establecieron cinco estaciones en mar somero-playa y dos en la cuenca baja del río Jequetepeque; ubicados en sectores donde se desarrollan actividades socio-económicas como pesca artesanal (Junco Marino, Muelle artesanal), turismo y deportes acuáticos (El Faro) y en la confluencia de las aguas del río Jequetepeque con el mar (Tabla 1, Fig. 2).

**Malabrigo**. Se establecieron ocho estaciones en la sub mareal de la bahía y cinco estaciones en mar somero-playa; ubicadas en zonas de pesca industrial y artesanal, así como balnearios con importante actividad en deportes acuáticos (Tabla 1, Fig. 3).

Figura 1.- Zonas de muestreo, prospección Calidad del Ambiente Marino Costero y Estado del Ecosistema. Noviembre 2019

**Huanchaco**. Se establecieron ocho estaciones en la submareal y seis en la intermareal (mar somero) de Huanchaco y Víctor Larco; complementando la información con tres estaciones en la cuenca baja del río Moche (Tabla 1, Fig. 4).

**Salaverry**. Se establecieron ocho estaciones en la submareal y seis en la intermareal (mar somero). En esta localidad, se ubican zonas de pesca artesanal y balnearios como Uripe, Las Delicias y Salaverry (Tabla 1, Fig. 5).

**Muestreo por mar**.- En la zona sub mareal se establecieron 24 estaciones de muestreo, ocho por área evaluada (Malabrigo, Huanchaco y Salaverry).

La temperatura se midió con un termómetro de mercurio de 0,1 °C. Para transparencia se usó el disco Secchi. El oxígeno disuelto y pH se procesó a bordo. Se recolectaron muestras de superficie con un balde de plástico de 10 litros de capacidad y, de fondo con una botella Niskin de 5 litros de capacidad, para estudiar salinidad, nutrientes, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales, aceites - grasa y coliformes.

Las muestras de sedimentos para determinar materia orgánica total y macrobentos se recolectaron con una draga van Veen y fueron preservadas a bordo con hielo.

Para el análisis cualitativo y cuantitativo, las muestras de fitoplancton se obtuvieron mediante arrastres superficiales con red estándar (75 micras de abertura de malla) durante 5 minutos a 3 nudos de velocidad; las muestras de zooplancton se recolectaron mediante una red estándar tipo Hansen de 100 micras de abertura de malla y 30 cm de diámetro de boca. Esta red se operó

Figura 2.- Posición geográfica de estaciones de muestreo en submareal y río Jequetepeque. Pacasmayo, noviembre 2019

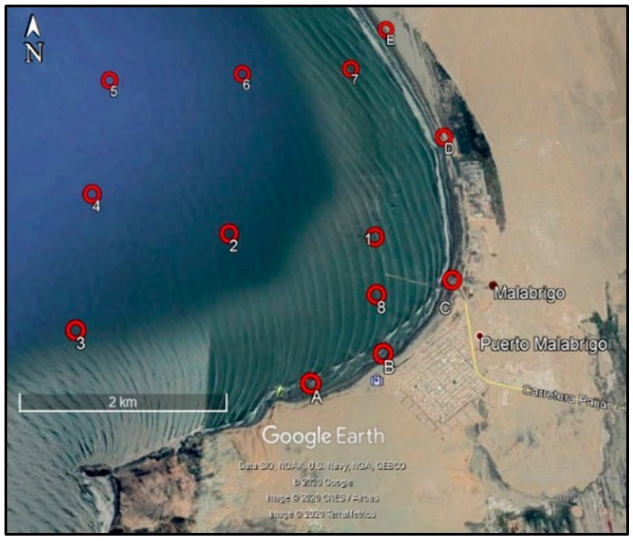


Figura 3.- Posición geográfica de las estaciones de muestreo en mar: Sub mareal y somero-playas. Malabrigo, noviembre 2019

Figura 4.- Posición geográfica de estaciones de muestreo: sub mareal y somero-playas. Huanchaco, noviembre 2019

Tabla 1.- Posición geográfica de estaciones de muestreo, noviembre 2019

| Localidad | Posición geográfica | Estaciones |
|---|---|---|
| **Pacasmayo** | 7°20'6,7"S 79°35'21,4"W | A |
| | 7°23'17,8"S 79°34'11,7"W | B |
| | 7°23'38,5"S 79°34'14,0"W | C |
| | 7°23'50,3"S 79°34'18,8"W | D |
| | 7°24'22,1"S 79°34'38,9"W | E |
| | 7°24'47,6"S 79°35'15,0"W | F |
| | 7°20'4,4"S 79°35'20,7"W | RJ1 |
| | 7°19'6,26,0"S 79°33'17,8"W | RJ2 |
| | 7°19'26,1"S 79°28'51,1"W | RJ3 |
| **Malabrigo** | 7°41'26,0"S 79°26'34,0"W | 1 |
| Submareal | 7°41'23,5"S 79°27'23,1"W | 2 |
| | 7°41'59,6"S 79°28'12,3"W | 3 |
| | 7°41'6,2"S 79°28'14,0"W | 4 |
| | 7°40'15,6"S 79°28'11,6"W | 5 |
| | 7°40'14,2"S 79°27'22,7"W | 6 |
| | 7°40'11,3"S 79°26'40,4"W | 7 |
| | 7°40'46,7"S 79°26'35,3"W | 8 |
| Intermareal/río | 7°39'51,8"S 79°26'26,0"W | A |
| | 7°40'43,3"S 79°26'8,0W | B |
| | 7°41'38,9"S 79°26'10,5"W | C |
| | 7°42'2,3"S 79°26'25,7"W | D |
| | 7°42'20,0"S 79°27'4,3"W | E |
| **Huanchaco** | 8°8'28,1"S 79°4'32,5"W | 1 |
| submareal | 8°6'55,0"S 79°6'38,2"W | 2 |
| | 8°5'36,7"S 79°7'49,8"W | 3 |
| | 8°3'50,4"S 79°8'26,6"W | 4 |
| | 8°5'3,0"S 79°10'10,3"W | 5 |
| | 8°6'39,5"S 79°9'46,0"W | 6 |
| | 8°8'3,1"S 79°8'7,0"W | 7 |
| | 8°9'42,3"S 79°6'17,2"W | 8 |
| Intermareal/río | 8°8'28,1"S 79°4'32,5"W | A |
| | 8°6'36,4"S 79°5'57,0"W | B |
| | 8°5'56,0"S 79°6'45,8"W | C |
| | 8°5'44,2"S 79°7'2,5"W | D |
| | 8°4'42,3"S 79°7'13,5"W | E |
| | 8°8'40,9"S 79°2'11,5"W | RM1 |
| | 8°8'232,4"S 79°0'42,5"W | RM2 |
| | 8°4'53,4"S 78°52'22,9"W | RM3 |
| **Salaverry** | 8°13'22,8"S 78°59'0,0"W | 1 |
| Submareal | 8°14'52,9"S 79°0'19,7"W | 2 |
| | 8°13'48,9"S 79°1'28,2"W | 3 |
| | 8°12'22,0"S 79°3'9,5"W | 4 |
| | 8°11'0,1"S 79°4'39,9"W | 5 |
| | 8°9'45,3"S 79°3'21,0"W | 6 |
| | 8°11'6,2"S 79°1'45,7"W | 7 |
| | 8°12'22,0"S 79°0'1,2"W | 8 |
| Intermareal/río | 8°14'22,7"S 78°59'6,1"W | A |
| | 8°17'13,9"S 78°57'28,1"W | B |
| | 8°13'23,9"S 78°58"53,2"W | C |
| | 8°12'47,1"S 78°59'2,5"W | D |
| | 8°11'26,0"S 79°0'18,5"W | E |
| | 8°10'32,4"S 79°1'10,5"W | F |

Figura 5.- Posición geográfica de estaciones: sub mareal y somero-playas. Salaverry, noviembre 2019

mediante jales verticales hacia la superficie con la embarcación detenida, lanzándose a profundidades de 9 a 15 m. Las muestras se fijaron con formalina al 10% para su posterior análisis.

Para la determinación de biovolúmenes de zooplancton se empleó el método por desplazamiento (Kramer *et al*., 1972). El análisis fue cualitativo y cuantitativo, dependiendo de la abundancia de especies, algunas fueron contadas en el total de la muestra y otras se contaron en una fracción, por los altos niveles de abundancia. Para la determinación de las especies del zooplancton se consultó los trabajos de Boschi (1981), Bouillon (1999), Bowman y Gruner (1973), Bradford-Grieve *et al*. (1999), Gurney (1942), Onbé (1999), Pohle *et al*. (1999) y Pugh (1999), entre otros y para el caso del ictioplancton principalmente los trabajos de Einarsson y Rojas de Mendiola (1963), Sandoval de Castillo (1979) y Watson y Sandknop (1996 a, b). Los resultados se expresaron en Nº individuos/$m^3$.

**Muestreo por la línea de playa y ribera de ríos**

Las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas se basaron en los siguientes métodos:

- Método titulométrico modificado por Carrit y Carpenter (1966) para determinación de oxígeno disuelto
- Método APHA-AWWA-WEF (Clesceri *et al*., 1998) para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y determinación de sólidos suspendidos

Para la determinación del potencial de hidrógeno se trabajó con el Termo Orión 3.

La temperatura superficial (el agua se obtuvo en balde) se registró con un termómetro de mercurio y la de fondo con un termómetro de inversión.

Los análisis geoquímicos de materia orgánica total se efectuaron siguiendo a Dean (1974).

El análisis granulométrico se efectuó con seis tamices marca Retsch GmbH. Los tamaños de malla fueron 2; 1; 0,50; 0,250; 0,125 y 0,063 mm.

### Análisis de datos

Los resultados de los parámetros de las estaciones de muestreo de la zona sub mareal e intermareal (playas), así como las zonas en donde se identificó un banco natural de cangrejo violáceo y áreas de pesca artesanal, principalmente de lisa *Mugil cephalus* y lorna *Sciaena deliciosa*, y también los de la cuenca baja del río Moche, se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) aprobados con el Decreto Supremo N° 004-2017-Minam, 2017

## 3. RESULTADOS

### Submareal

### Aspectos físicos

**Malabrigo.** La profundidad varió entre 8 y 11 m y la transparencia de 3 a 5 m, la visibilidad aumentó hacia el oeste de 3,5 a 4,5 m. La temperatura superficial estuvo entre 19,8 y 20,0 °C; a un metro del fondo los valores variaron de 18,8 a 19,4 °C. La concentración de sólidos disueltos totales en la superficie marina fluctuó de 10 a 44 mg/L, los valores ascendieron hacia mar afuera, el área oeste sobrepasó la norma vigente ECA.

**Huanchaco.** La profundidad fue de 11,0 a 21 m. La transparencia se presentó con isolíneas paraleas a costa, de 3 a 6 m. La temperatura superficial fluctuó de 19,5 a 20,5 °C y a 1 m del fondo fue de 18,0 a 19,5 °C, siendo mayor hacia el borde costero. La concentración de sólidos disueltos totales en superficie fluctuó de 10 a 50 mg/L, en el área oeste se sobrepasó la norma vigente (ECA); sin embargo, en el nivel sub superficial, en el área costera sobrepasó la norma al registrarse de 20 a 60 mg/L.

**Salaverry.** Se observaron profundidades de 6 a 16 m, los valores ascendieron hacia mar afuera. La transparencia varió con isolíneas perpendiculares a costa, de 2,5 a 5,0 m. La temperatura superficial fue bastante homogénea, variando de 19,2 a 19,7 °C, ascendiendo hacia el borde costero de Las Delicias, mientras que, a un metro del fondo, los valores decrecieron de 19 a 18 °C. La concentración de sólidos disueltos totales en superficie mostró isolíneas de 4 a 14 mg/L y subsuperficialmente de 6 a 20 mg/L, en ambos niveles de profundidad estuvo acorde con la norma vigente.

### Aspectos químicos y sedimentos

**Malabrigo.** El oxígeno disuelto en superficie varió de 7,5 a 8,5 mg/L, en tanto que, a nivel sub superficial fue de 2,0 a 5,5 mg/L. El potencial de Hidrógeno en superficie varió de 7,92 a 7,98 y en sub superficie de 7,62 a 7,84. El potencial de Hidrógeno en ambos niveles de profundidad cumplieron con los ECA; en cambio, el oxígeno disuelto dentro de 1,5 mn de la orilla no cumplió con los ECA.

La materia orgánica total en el sedimento superficial marino presentó isolíneas de 2 a 5%, los valores crecieron hacia la costa frente a las pesqueras industriales, caracterizados por olor a sulfuros. La composición granulométrica predominante estuvo conformada por arena fina y muy fina, varió de 50 a 90%; mientras que, el fango de 10 a 50% se incrementó hacia el sector pesquero industrial; la arena gruesa y media no superó 3%.

**Huanchaco.** El oxígeno disuelto superficial varió de 10 a 12 mg/L, a nivel sub superficial de 5,0 a 8,0 mg/L. El potencial de Hidrógeno en superficie fue de 8,08 a 8,23 y en sub superficie de 7,82 a 8,02, en ambos niveles cumplió con los ECA; en cambio, el oxígeno disuelto por fuera de 2,5 mn de la orilla no cumplió con los ECA.

La materia organica total en el sedimento fue de 3 a 7%, gran parte del sedimento presentó valores mayores a 4%, la mayor concentración se registró en la ensenada de Huanchaco, caracterizado por olor a sulfuros. Respecto a la composición granulométrica, predominó la arena media y gruesa frente a punta Huanchaco, en tanto que, la arena fina y muy fina se incrementó hacia mar afuera de 20 a 90%, el fango presentó dos focos de 50% en la zona costera entre Buenos Aires y Huanchaquito; y, frente al muelle de Huanchaco.

**Salaverry.** El oxígeno disuelto superficial varió de 7 a 10 mg/L, a nivel sub superficial fue de 4,0 a 7,5 mg/L, ascendiendo hacia la costa. El potencial de Hidrógeno en superficie varió de 7,90 a 8,15, en la sub superficie fue de 7,85 a 8, ascendente hacia el río Moche. Tanto el oxígeno como el pH en ambos niveles cumplieron con los ECA (Minam, 2017).

El sedimento superficial se encontró de 3 a 6%; entre Salaverry y Las Delicias se halló un núcleo de 4%; valores superiores a 4% se ubicaron al norte de Las Delicias y hacia mar afuera; el sedimento presentó olor a sulfuros. La composición granulométrica predominante fue arena fina y arena muy fina entre 50 a 90%, seguido de fango de 10 a 50%; en tanto que, la arena gruesa y mediana varió de 10 a 20%.

## Contaminación microbiológica

### Coliformes y demanda bioquímica de oxígeno

**Malabrigo.** La concentración de coliformes totales y termotolerantes en superficie variaron de 2 a 9 NMP/100 mL, la concentración fue ascendente conforme se avanzó hacia la línea costera. La demanda bioquímica de oxígeno osciló de 2,5 a 4 mg/L con ascendencia hacia la costa. No se presentaron valores que sobrepasaron los ECA.

**Huanchaco.** La concentración de coliformes totales y termotolerantes en superficie variaron de 2 a 6 NMP/100 mL; los coliformes totales, ascendieron hacia Punta Huanchaco. La demanda bioquímica de oxígeno fluctuó de 2 a 3 mg/L. No se presentaron valores que sobrepasaron los ECA.

**Salaverry.** La concentración de coliformes totales y termotolerantes en superficie variaron de 2 a 8 NMP/100 mL y de 2 a 4 NMP/100 mL, respectivamente, la concentración fue ascendente conforme se avanzó hacia la línea costera de Uripe. La demanda bioquímica de oxígeno osciló de 4,5 a 6,5 mg/L, concentrándose hacia el río Moche. Los valores no sobrepasaron los ECA.

## Indicadores biológicos

**Zooplancton e ictioplancton**. La biodiversidad del zooplancton e ictioplancton fue variada, conformada por 15 grupos taxonómicos. El grupo Copepoda fue más abundante con 4 805 449 Ind/m$^3$, seguido del grupo Chordata con 439 059 Ind/m$^3$. La zona más abundante fue Malabrigo con 1 926 420 Ind/m$^3$ (Tabla 2).

**Abundancia porcentual**. Se determinaron tres grupos predominantes: Copepoda representó 37,6% frente a Salaverry y 34,3% en Malabrigo. Chordata alcanzó 61,1% frente a Malabrigo y los foraminíferos fueron abundantes en Huanchaco (99,7%).

Tabla 2.- Composición y abundancia de grupos taxonómicos en el monitoreo de calidad ambiental frente al litoral de La Libertad, noviembre 2019

| Grupos | Malabrigo | | Huanchaco | | Salaverry | | Total x grupo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ind/m$^3$ | % | Ind/m$^3$ | % | Ind/m$^3$ | % | |
| Amphipoda | 9 | 66,7 | 4 | 33,3 | 0 | 0 | 13 |
| Annelida | 624 | 11,4 | 4117 | 75,4 | 722 | 13,2 | 5462 |
| Arthropoda | 6897 | 26,1 | 8798 | 33,3 | 10742 | 40,6 | 26437 |
| Brachiopoda | 4 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Bryozoa | 174 | 50,6 | 64 | 18,5 | 106 | 30,9 | 344 |
| Chaetognatha | 42 | 58,8 | 17 | 23,5 | 13 | 17,6 | 72 |
| Chordata | 268258 | 61,1 | 148582 | 33,8 | 22218 | 5,1 | 439059 |
| Cnidaria | 280 | 14,4 | 518 | 26,6 | 1146 | 59,0 | 1944 |
| Copepoda | 1649563 | 34,3 | 1348502 | 28,1 | 1807385 | 37,6 | 4805449 |
| Crustacea | 0 | 0 | 30 | 87,5 | 4 | 12,5 | 34 |
| Ctenophora | 0 | 0 | 115 | 31,4 | 250 | 68,6 | 365 |
| Echinodermata | 123 | 93,5 | | 0 | 8 | 6,5 | 132 |
| Foraminifera | 229 | 0,1 | 166917 | 99,7 | 327 | 0,2 | 167473 |
| Mollusca | 212 | 24,9 | 289 | 33,8 | 352 | 41,3 | 853 |
| Phoronida | 4 | 100 | 0 | | 0 | 0 | 4 |
| Total | 1926420 | | 1677952 | | 1843273 | | 5447645 |

Tabla 3.- Composición y abundancia de estadios de desarrollo de los grupos taxonómicos, monitoreo de calidad ambiental frente al litoral de La Libertad, noviembre 2019

| GRUPO | CLASE | ESTADIOS | MALABRIGO | | HUANCHACO | | SAAVERRY | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ind/m $^3$ | % | Ind/m $^3$ | % | Ind/m $^3$ | % | X ESTADIO |
| ARTHROPODA | Brachyura | zoea | 208 | 24.4 | 238 | 27.9 | 407 | 47.8 | 853 |
| | Cirripedia | cipris | 1014 | 24.5 | 628 | 15.2 | 2500 | 60.3 | 4142 |
| | Cirripedia | nauplio | 5657 | 26.5 | 7911 | 37.0 | 7818 | 36.6 | 21386 |
| | Euphausiacea | caliptopis | 0 | 0.0 | 17 | 100.0 | 0 | 0.0 | 17 |
| | Euphausiacea | furcilia | 8 | 40.0 | 4 | 20.0 | 8 | 40.0 | 21 |
| | Isopoda | adulto | 4 | 50.0 | 0 | 0.0 | 4 | 50.0 | 8 |
| | Isopoda | juvenil | 4 | 100.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 4 |
| CHORDATA | Appendicularia | adulto | 267660 | 61.1 | 148387 | 33.9 | 21908 | 5.0 | 437955 |
| | Pisces | huevo | 246 | 38.7 | 136 | 21.3 | 255 | 40.0 | 637 |
| | Pisces | larva | 348 | 76.6 | 59 | 13.1 | 47 | 10.3 | 454 |
| | Salpida | adulto | 4 | 33.3 | 0 | 0.0 | 8 | 66.7 | 13 |
| COPEPODA | Calanoida | adulto | 22744 | 54.4 | 8208 | 19.6 | 10823 | 25.9 | 41775 |
| | Calanoida | copepodito | 275724 | 25.6 | 341092 | 31.7 | 460695 | 42.8 | 1077510 |
| | Cyclopoida | adulto | 198629 | 43.5 | 156264 | 34.2 | 101965 | 22.3 | 456859 |
| | Cyclopoida | copepodito | 515623 | 30.9 | 481309 | 28.9 | 670058 | 40.2 | 1666989 |
| | Harpacticoida | adulto | 216 | 68.0 | 51 | 16.0 | 51 | 16.0 | 318 |
| | No determinado | nauplio | 344928 | 39.3 | 226780 | 25.8 | 306973 | 34.9 | 878682 |
| | Siphonostomastoida | adulto | 291698 | 42.7 | 134798 | 19.7 | 256820 | 37.6 | 683316 |
| FORAMINIFERA | No determinado | adulto | 229 | 0.1 | 166917 | 99.7 | 327 | 0.2 | 167473 |

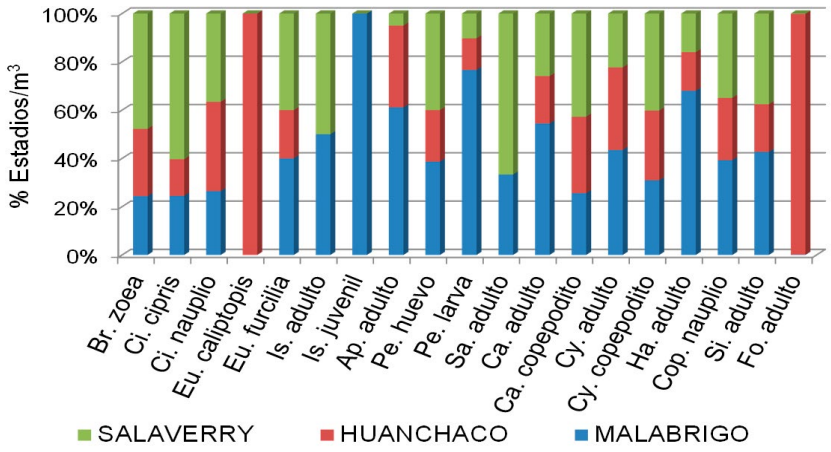


Figura 6.- Abundancia porcentual por estadio taxonómico de zooplancton e ictioplancton, Monitoreo de Calidad ambiental frente al litoral de La Libertad, noviembre 2019

Tabla 4.- Composición de bentos. Malabrigo, noviembre 2019

| Clase/Orden/Filo | Nombre científico | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | Total | % | ind/ 0.05 | Densidad (ind/ m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Polychaeta | *Glycera sp.* | 15 | 41 | 119 | 6 | | | 181 | 19.0 | 45.3 | 905 |
| Polychaeta | *Magelona sp.* | | 17 | | 19 | 12 | | 48 | 5.0 | 16.0 | 320 |
| Polychaeta | *Nephtys ferruginea* | | 27 | 3 | | | | 30 | 3.1 | 15.0 | 300 |
| Polychaeta | *Owenia fusiformis* | | | | 438 | | | 438 | 46.0 | 438.0 | 8760 |
| Nemertea | *Nemertea* | 7 | | | | | | 7 | 0.7 | 7.0 | 140 |
| Sipunculidea | *Sipunculus sp* | | | | 1 | | | 1 | 0.1 | 1.0 | 20 |
| Malacostraca | *Pinnixa transversalis* | | | | 1 | | | 1 | 0.1 | 1.0 | 20 |
| Malacostraca | *Ampeliscidae* | 4 | 53 | | | | | 57 | 6.0 | 28.5 | 570 |
| Malacostraca | *Eusiridae* | | | | 4 | | | 4 | 0.4 | 4.0 | 80 |
| Gastropoda | *Sinum cymba* | | | | | 1 | | 1 | 0.1 | 1.0 | 20 |
| Gastropoda | *Natica unifasciata* | 1 | | | | | | 1 | 0.1 | 1.0 | 20 |
| Gastropoda | *Nassarius wilsoni* | | | | 1 | | 1 | 2 | 0.2 | 1.0 | 20 |
| Bilvalvia | *Mulinia modesta* | | 37 | 12 | 52 | 81 | | 182 | 19.1 | 45.5 | 910 |
| Total | | | | | | | | 953 | 100.0 | | |

Mayor abundancia, se obtuvo debido a la determinación de los estadios de desarrollo por cada uno de los grupos. Abundaron los estadios copepoditos de Cyclopoida con 1666 989 Ind/m$^3$ y de Calanoida con 1 077 510 Ind/m$^3$, nauplios de copépodos (878 682 Ind/m$^3$), adultos de Siphonostomastoida - Copepoda (683 316 Ind/m$^3$) y adultos de Cyclopoida con 456 859 Ind/m$^3$ (Tabla 3).

Malabrigo fue la zona con mayor representatividad de Apendicularias (61,1%), adultos de Harpacticoida (68,0%) y larvas de peces (76,6%). En cambio, Salaverry tuvo mayor representación de salpas (66,7%), estadios cipris (60,3%) y zoeas de Brachyura (47,8%). Los Foraminíferos caracterizaron a Huanchaco (99,7%) (Fig. 6).

## Bentos

**Malabrigo.** Se registraron 13 especies, representantes de seis grupos taxonómicos. E5 fue la estación con mayor abundancia (522 individuos). el grupo Poliqueto (8 760 ind/m$^2$, 46%) fue el más representativo en abundancia y densidad siendo *Owenia fusiformis* la especie dominante. El grupo con menor densidad fue Sipunculidea (20 ind/m$^2$) (Tabla 4).

En el Dendrograma de similitud, se observó la formación de un grupo con probabilidad mayor al 40% de encontrar densidades y número de especies similares entre estaciones, mayor similitud se encontró en las estaciones E3 y E4 (50%) (Fig. 7).

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad de la zona fue 1,55 bits/ind, con una equidad de Pielou de 0,91 y dominancia de Simpson de 0,78; indicando presencia de especies con abundancias no equitativas, y dominancia de una especie. La diversidad entre estaciones, osciló entre 0,00 y 1,55 bits/ind, siendo E2 y E3 las estaciones de mayor diversidad (Tabla 5).

**Huanchaco**. Se registraron nueve especies, distribuidas en cinco clases taxonómicas. La estación con mayor abundancia fue E6 (1424 individuos). La clase Polychaeta tuvo mayor representatividad en abundancia y densidad (18 045 ind/m$^2$, 77,3%); *Owenia fusiformis* fue la especie dominante. Menor densidad, mostraron las clases Malacostrata y Gastropoda (20 ind/m$^2$) (Tabla 6).

En el Dendrograma de similitud, se observó la formación de tres grupos con probabilidad superior al 60 % de encontrar densidades y número de especies similares entre estaciones, las estaciones con mayor similitud fueron E5 y E6 (90%) (Fig. 8).

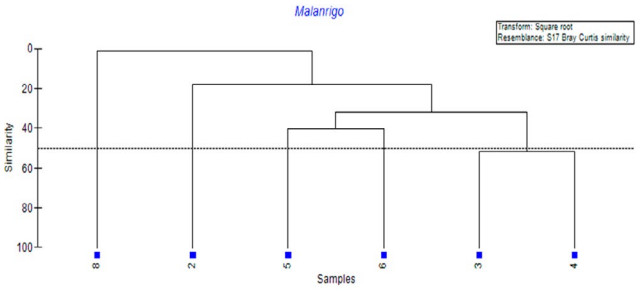


Figura 7.- Dendrograma de similitud de bentos por estaciones en Malabrigo, noviembre 2019

*Se obviaron las estaciones E1 y E7 por no registrar datos de abundancia en la comunidad bentónica

Tabla 5.- Índices de la estructura comunitaria de bentos. Malabrigo, noviembre 2019

| Estaciones | S | N | d' | J' | H' | Simpson |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 27 | 0,91 | 0,78 | 1,08 | 0,62 |
| 3 | 5 | 175 | 0,77 | 0,96 | 1,55 | 0,78 |
| 4 | 3 | 134 | 0,41 | 0,37 | 0,41 | 0,20 |
| 5 | 8 | 522 | 1,12 | 0,30 | 0,62 | 0,29 |
| 6 | 3 | 94 | 0,44 | 0,40 | 0,44 | 0,24 |
| 8 | 1 | 1 | | | 0 | |

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad fue 1,23 bits/ind, con equidad de Pielou de 0,76 y dominancia de Simpson de 0,65; indicando presencia de especies con abundancias poco equitativas, generando dominancia de 1 a 2 especies. La diversidad entre estaciones osciló entre 0 y 1,23 bits/ind, siendo las E4 y E8 las estaciones de mayor diversidad (Tabla 7).

**Salaverry**. Se registraron 14 especies, representantes de siete grupos taxonómicos. La estación con mayor abundancia fue E3 (183 individuos). La mayor representatividad en abundancia y densidad fue de los Polychaeta (1 270 ind/m$^2$, 59,2%); la dominancia estuvo representada por *Magelona* sp.; así mismo, el grupo de menor densidad fue Polycladida y Nemertea con 20 ind/m$^2$ (Tabla 8).

Tabla 6.- Composición de bentos en Huanchaco, noviembre 2019

| Clase | Nombre científico | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Total | % | ind/ 0.05 | Densidad (ind/ m$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Polychaeta | *Lagis koreni* | | 10 | | 13 | | | 39 | 8 | 70 | 1.5 | 17.5 | 350 |
| Polychaeta | *Leitoscoloplos sp.* | | | | | 8 | | 43 | 28 | 79 | 1.7 | 26.3 | 527 |
| Polychaeta | *Magelona sp.* | | 836 | | | 18 | | 13 | 4 | 871 | 18.6 | 217.8 | 4355 |
| Polychaeta | *Owenia fusiformis* | | | | | 1283 | 1422 | 892 | 12 | 3609 | 77.3 | 902.3 | 18045 |
| Polychaeta | *Pherusa plumosa* | 12 | | 1 | 13 | | | | | 26 | 0.6 | 8.7 | 173 |
| Polychaeta | *Sigambra bassi* | | | | | | | | 1 | 1 | 0.0 | 1.0 | 20 |
| Malacostraca | *Pilumnoides perlatus* | | 1 | | | | | | | 1 | 0.0 | 1.0 | 20 |
| Bivalvia | *Mulinia modesta* | | | | | 5 | 2 | 6 | | 13 | 0.3 | 4.3 | 87 |
| Gastropoda | *Sinum cymba* | | | | | | | 1 | | 1 | 0.0 | 1.0 | 20 |
| Total | | | | | | | | | | 4671 | 100.0 | | |

Tabla 7.- Índices de estructura comunitaria de bentos.
Huanchaco, noviembre 2019

| Estaciones | S | N | d′ | J′ | H′ | Simpson |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 12 | 0 | | 0 | 0 |
| 2 | 3 | 847 | 0,30 | 0,07 | 0,07 | 0,03 |
| 3 | 1 | 1 | | | 0,00 | |
| 4 | 2 | 26 | 0,31 | 1,00 | 0,69 | 0,52 |
| 5 | 4 | 1314 | 0,42 | 0,10 | 0,13 | 0,05 |
| 6 | 2 | 1424 | 0,14 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| 7 | 6 | 994 | 0,72 | 0,25 | 0,45 | 0,19 |
| 8 | 5 | 53 | 1,01 | 0,76 | 1,23 | 0,65 |

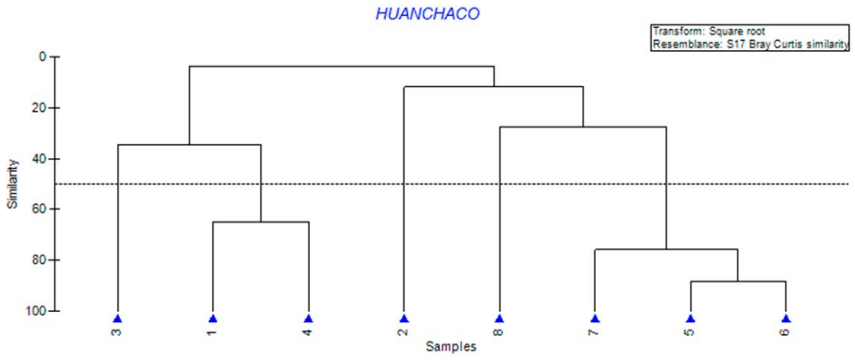


Figura 8.- Dendrograma de similitud de bentos por estaciones en Huanchaco, noviembre 2019

Tabla 8.- Composición de bentos Salaverry, noviembre 2019

| Clase/ Orden/ Filo | Nombre científico | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Total | % | ind/ 0.05 | Densidad (ind/ $m^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Polychaeta | *Glycera sp.* | | 2 | | | | | | 2 | 0.3 | 2.0 | 40 |
| Polychaeta | *Lagis koreni* | | 16 | | | 6 | | | 22 | 3.4 | 11.0 | 220 |
| Polychaeta | *Leitoscoloplos sp.* | | | 51 | 8 | 26 | | | 85 | 13.2 | 28.3 | 567 |
| Polychaeta | *Magelona sp.* | 6 | 83 | 132 | 21 | 2 | 137 | | 381 | 59.2 | 63.5 | 1270 |
| Polychaeta | *Owenia fusiformis* | | | | | 37 | | | 37 | 5.7 | 37.0 | 740 |
| Polychaeta | *Pherusa plumosa* | | | | | 88 | | | 88 | 13.7 | 88.0 | 1760 |
| Nemertea | *Nemertea* | 1 | | | | | | | 1 | 0.2 | 1.0 | 20 |
| Malacostraca | *Pinnixa transversalis* | | 1 | | | | | | 1 | 0.2 | 1.0 | 20 |
| Malacostraca | *Eusiridae* | | | | 3 | | | | 3 | 0.5 | 3.0 | 60 |
| Bivalvia | *Mulinia modesta* | 4 | | | | | | 8 | 12 | 1.9 | 6.0 | 120 |
| Gastropoda | *Nassarius wilsoni* | 2 | | | | | | | 2 | 0.3 | 2.0 | 40 |
| Gastropoda | *Alia unifasciata* | 1 | | | | | | | 1 | 0.2 | 1.0 | 20 |
| Polycladida | *Discocelis tigrina* | 1 | | | | | | | 1 | 0.2 | 1.0 | 20 |
| Phoronida | *Phoronis sp.* | | 2 | | | | | 6 | 8 | 1.2 | 4.0 | 80 |
| Total | | | | | | | | | 644 | 100.0 | | |

Tabla 9.- Índices de la estructura comunitaria del bento en Salaverry, noviembre 2019

| **Estaciones** | **S** | **N** | **d′** | **J′** | **H′** | **Simpson** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6 | 15 | 1,85 | 0,85 | 1,53 | 0,79 |
| 2 | 5 | 104 | 0,86 | 0,41 | 0,66 | 0,34 |
| 3 | 2 | 183 | 0,19 | 0,85 | 0,59 | 0,40 |
| 4 | 3 | 32 | 0,58 | 0,77 | 0,84 | 0,51 |
| 5 | 5 | 159 | 0,79 | 0,71 | 1,14 | 0,62 |
| 6 | 1 | 137 | 0 | | 0 | 0 |
| 7 | 2 | 14 | 0,38 | 0,99 | 0,68 | 0,53 |

En el Dendrograma de similitud, se observó la formación de 3 grupos con probabilidad superior al 40% de encontrar densidades y número de especies similares entre estaciones, así mismo las estaciones que presentaron mayor similitud fueron las E3 y E6 (75%), debido a que se registró solo la presencia del grupo Poliqueto, en densidades y especies similares (Fig. 9).

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad de la zona fue 1,53 bits/ind, con equidad de Pielou de 0,99 y dominancia de Simpson de 0,79; indicando presencia de especies con abundancias poco equitativas, con dominancia de una especie. Cabe resaltar que la diversidad entre estaciones osciló entre 0,00 y 1,53 bits/ind, siendo las estaciones con mayor diversidad la E1 y E5 (Tabla 9).

## Intermareal

### Contaminación física, química y biológica

**Pacasmayo**. La temperatura superficial del mar varió de 16,4 a 19,8 °C, el oxígeno disuelto osciló de 8,72 a 10,73 mg/L, asociado al pH de 7,54 a 8,07 unidad. Los sólidos suspendidos totales variaron de 23,0 a 29,5 mg/L. Los parámetros físicos y quimicos no sobrepasaron los ECA (Minam, 2017) (Tablas 10, 11, Fig. 10).

En relación a la carga microbiológica, los coliformes totales variaron de 1,8 a 92000 NMP/100 mL y los termotolerantes de 1,8 a 52000 NMP/100 mL, las estaciones A, B, C y D sobrepasaron las Categorias 2, subcategoría C2: Extracción de cultivos y otras actividades marino costeras y continentales; las estaciones B, C y D incumplieron la

Figura 9.- Dendrograma de similitud de bentos por estaciones en Salaverry, noviembre 2019

Tabla 10.- Temperatura superficial del mar (TSM) y oxígeno disuelto (OD) en superficie vs ECA, Pacasmayo, noviembre 2019

| Pacasmayo | TSM | Oxígeno | ECA - Oxígeno disuelto (mg/L) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | (°C) | (mg/L) | C1-B1 | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 16,4 | 8,94 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| B | 19,8 | 8,72 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| C | 17,2 | 9,15 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| D | 18,3 | 8,87 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| E | 17,8 | 9,30 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| F | 17,5 | 10,73 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |

Tabla 11.- Potencial de Hidrógeno (pH) y Sólidos suspendidos (SST) en superficie vs ECA, Pacasmayo, noviembre 2019

| Huanchaco | pH | ECA - pH (Unidad) | | SST | ECA - Sólidos Suspendidos Totales | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | (unidad) | C1-B1 | C2 y C4 | (mg/L) | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 7,79 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 28,5 | 60 | 70 | 30 |
| B | 7,81 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 24,5 | 60 | 70 | 30 |
| C | 7,54 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 24,5 | 60 | 70 | 30 |
| D | 7,83 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 29,5 | 60 | 70 | 30 |
| E | 7,93 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 26,5 | 60 | 70 | 30 |
| F | 8,07 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 23,0 | 60 | 70 | 30 |

Figura 10.- Sólidos suspendidos en superficie vs ECA, Pacasmayo, noviembre 2019

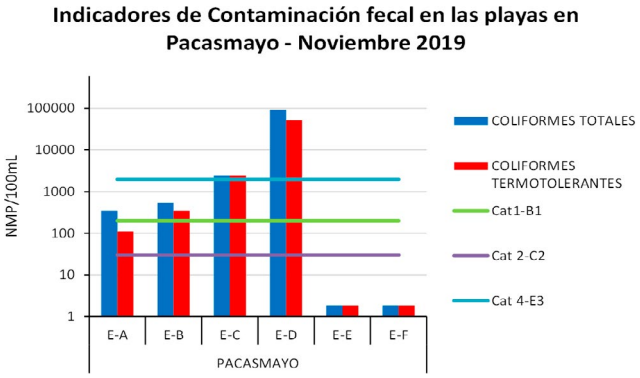


Figura 11.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie vs ECA, Pacasmayo, noviembre 2019

Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario; las estaciones C y D presentaron la mayor concentración incumpliendo la Categoría 4, subcategoría E3: Conservación del ambiente acuático, Ecosistemas costeros y marinos (Minam, 2017) (Fig. 11. La demanda bioquímica de oxígeno varió de 7,5 a 10,2 mg/L, todas las estaciones sobrepasaron la Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario; y, las estaciones E y F incumplieron la Categoría 4, subcategoría E3: Conservación del ambiente acuático, Ecosistemas costeros y marinos (Minam, 2017) (Fig. 12).

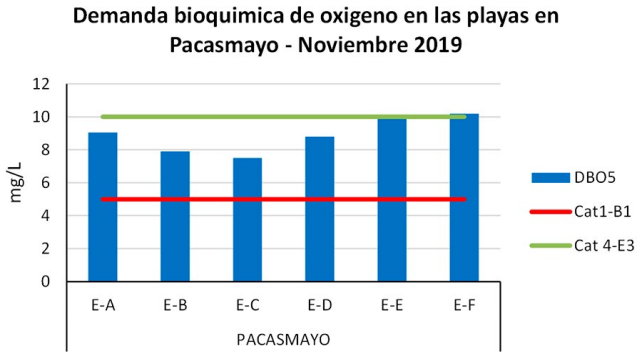


Figura 12.- Demanda bioquímica de oxígeno en superficie vs ECA, Pacasmayo, noviembre 2019

**Río Jequetepeque**. En la Tabla 12 se observan los valores de temperatura, oxígeno y pH que no sobrepasaron los ECA.

Respecto a la carga microbiológica, los coliformes totales variaron de 110 a 5400 NMP/100 mL, en tanto que, los coliformes termotolerantes fluctuaron de 1,8 a 2400 NMP/100 mL, en las estaciones RJ3 sobrepasaron la Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales y bebidas de animales, Riego de vegetales y Categoría 4, subcategoría E2: Conservación del ambiente acuático, Rios; la demanda bioquímica de oxígeno varió de 2,7 a 8,4 mg/L acorde con los ECA (Figs. 13, 14).

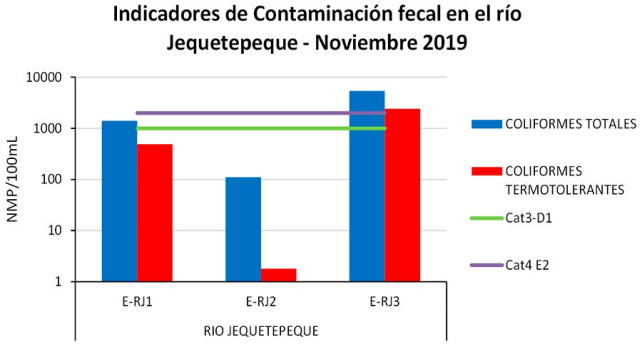


Figura 13.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie vs ECA, río Jequetepeque, noviembre 2019

**Malabrigo**. La temperatura superficial del mar varió de 16,30 a 17,90 °C y el oxígeno disuelto de 8,87 a 9,15 mg/L, asociado al pH de 7,76 a 7,83 unidad, estos parámetros estuvieron dentro del rango aceptado para los ECA. Los sólidos suspendidos variaron de 14,5 a 56,5 mg/L, en las estaciones A, B y D afectando la Conservación del ambiente acuático, Ecosistemas costeros y marinos, tipificado en la Categoría 4, subcategoría E3 (Minam, 2017) (Tablas 13, 14).

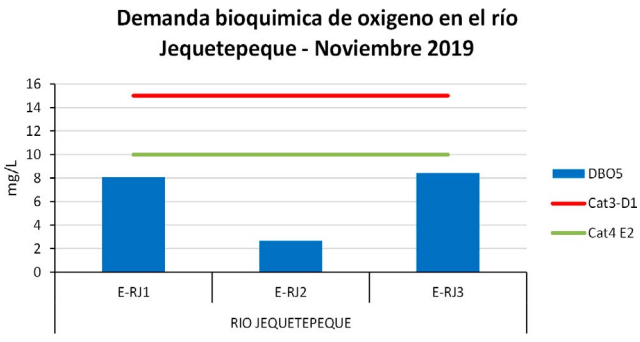


Figura 14.- Demanda bioquímica de oxígeno en superficie vs ECA, río Jequetepeque, noviembre 2019

Tabla 12.- Temperatura superficial (TS), oxígeno disuelto (OD) y potencial de Hidrógeno (pH) en superficie vs ECA, río Jequetepeque, noviembre 2019

| Río Jequetepeque | TS | Oxígeno | ECA - Oxígeno disuelto (mg/L) | | pH | ECA - Potencial de Hidrógeno (Unidad) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | (°C) | (mg/L) | C3-D1 | C4-E2 | (unidad) | C3-D1 | C4-E2 |
| RJ1 | 21,0 | 8,44 | ≥4 | ≥5 | 8,22 | 6,5-8,5 | 6,5-9,0 |
| RJ2 | 21,8 | 7,79 | ≥4 | ≥5 | 7,71 | 6,5-8,5 | 6,5-9,0 |
| RJ3 | 23,3 | 8,72 | ≥4 | ≥5 | 7,83 | 6,5-8,5 | 6,5-9,0 |

Tabla 13.- Temperatura superficial (TSM) y oxígeno disuelto (OD) en superficie vs ECA, Malabrigo, noviembre 2019

| Malabrigo | TSM | Oxígeno | ECA - Oxígeno disuelto (mg/L) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | (°C) | (mg/L) | C1-B1 | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 16,3 | 8,87 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| B | 17,2 | 9,15 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| C | 17,3 | 9,15 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| D | 17,8 | 9,01 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| | | | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |

Tabla 14.- Potencial de Hidrógeno (pH) y Sólidos suspendidos (SST) en superficie vs ECA, Malabrigo, noviembre 2019

| Malabrigo | pH | ECA - pH (Unidad) | | SST | ECA - Sólidos Suspendidos Totales | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | (unidad) | C1-B1 | C2 y C4 | (mg/L) | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 7,76 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 29,0 | 60 | 70 | 30 |
| B | 7,81 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 35,0 | 60 | 70 | 30 |
| C | 7,78 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 27,0 | 60 | 70 | 30 |
| D | 7,82 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 56,5 | 60 | 70 | 30 |
| E | 7,83 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 14,5 | 60 | 70 | 30 |

Respecto a la carga microbiológica, los coliformes termotolerantes en la estación A, afectaron a las aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario (Categoría 1, subcategoría B1) y aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto, Categorias 2 y subcategoría C2, que comprende a peces y algas comestibles (Minam, 2017) (Fig. 15).

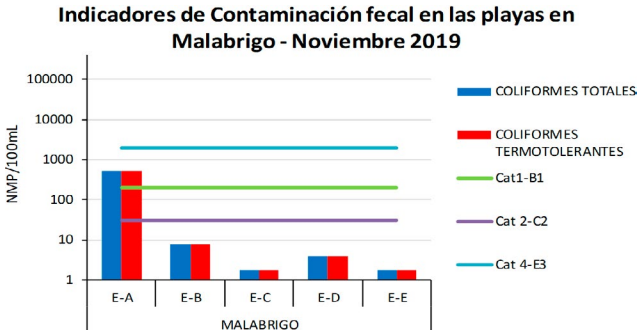


Figura 15.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie vs ECA, playas de Malabrigo, noviembre 2019

**Huanchaco**. La temperatura superficial del mar varió de 15,50 a 17,50 °C, el oxígeno disuelto de 9,01 a 9,72 mg/L, asociado al pH de 7,68 a 7,83 unidad. Los sólidos suspendidos totales variaron de 6,5 a 24,0 mg/L. Los parámetros físicos y químicos estuvieron dentro del rango establecido por los ECA (Minam, 2017) (Tablas 15, 16).

Tabla 15.- Temperatura superficial (TSM) y oxígeno disuelto (OD) en superficie vs ECA, Huanchaco, noviembre 2019

| **Huanchaco** | **TSM** | **Oxígeno** | **ECA - Oxígeno disuelto (mg/L)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Estación** | **(°C)** | **(mg/L)** | **C1-B1** | **C2-C2** | **C2-C3** | **C4-E3** |
| A | 17,5 | 9,08 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| B | 15,5 | 9,15 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| C | 15,6 | 9,30 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| D | 16,7 | 9,01 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| E | 17,4 | 9,72 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |

Tabla 16.- Potencial de Hidrógeno (pH) y Sólidos suspendidos (SST) en superficie vs ECA, Huanchaco, noviembre 2019

| Huanchaco | pH | ECA - pH (Unidad) | | SST | ECA - Sólidos Suspendidos Totales | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | (unidad) | C1-B1 | C2 y C4 | (mg/L) | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 7,68 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 6,5 | 60 | 70 | 30 |
| B | 7,82 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 18,5 | 60 | 70 | 30 |
| C | 7,87 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 24,0 | 60 | 70 | 30 |
| D | 7,77 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 15,0 | 60 | 70 | 30 |
| E | 7,83 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 16,5 | 60 | 70 | 30 |

Respecto a la carga microbiológica, los coliformes termotolerantes en las estaciones A, B y C afectó las aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario (Categoría 1, subcategoría B1); aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto, Categorias 2 y subcategoría C2, que comprende a los peces y las algas comestibles; y, la Conservación del ambiente acuático, Ecosistemas costeros y marinos, Categoría 4, subcategoría E3, tipificado en (Minam, 2017) (Fig. 16).

**Río Moche**. La temperatura superficial del agua varió de 21,1 a 28,0 °C, con relación al oxígeno, se halló anoxia en la estación 2 (puente Panamericana) y 9,65 mg/L en la estación 3 (Cerro Blanco), asociado al pH de 6,51 a 8,09 unidad. Los sólidos suspendidos totales variaron de 2 a 40 mg/L. El oxígeno disuelto en RM1 (desembocadura al mar) y RM2 (puente Panamericana) sobrepasaron la Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales y bebidas de animales, Riego de vegetales y, Categoría 4, subcategoría E2: Conservación del ambiente acuático, Rios y el potencial de Hidrógeno en RM2, se halló en el umbral mínimo de las mismas categorías del ECA (Tabla 17).

Respecto a la carga microbiológica, los coliformes totales variaron de 130 a 1600000 NMP/100 mL y los termotolerantes fluctuaron de 1,8 a 240000 NMP/100 mL; en la estación RM3 se sobrepasó la Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales y bebidas de animales y, Categoría 4, subcategoría E2: Conservación del ambiente acuático, Ríos del ECA); la demanda bioquímica de oxígeno varió de 4,9 a 229,9 mg/L, en la estación 2 se incumplieron las mencionadas categorias (Figs. 17, 18).

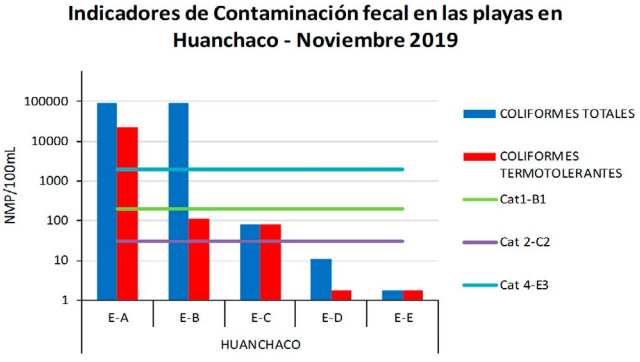


Figura 16.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie vs ECA, Huanchaco, noviembre 2019

**Salaverry**. La temperatura superficial varió de 15,3 a 17,7 °C y el oxígeno disuelto de 8,94 a 9,58 mg/L, asociado al pH de 7,76 a 7,90 unidad; los sólidos suspendidos totales fueron menores a 20,5 mg/L. Los parámetros físicos y químicos estuvieron dentro del rango establecido por los ECA (Minam, 2017) (Tablas 18, 19).

Tabla 17.- Temperatura superficial (TS), oxígeno disuelto (OD) y potencial de Hidrógeno (pH) en superficie vs ECA, río Moche, noviembre 2019

| Río Moche | TS | Oxígeno | ECA - Oxígeno disuelto (mg/L) | | pH | ECA - Potencial de Hidrogeno (Unidad) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | (°C) | (mg/L) | C3-D1 | C4-E2 | (unidad) | C3-D1 | C4-E2 |
| RM1 | 21,1 | 3,86 | ≥4 | ≥5 | 7,47 | 6,5-8,5 | 6,5-9,0 |
| RM2 | 24,7 | 0,00 | ≥4 | ≥5 | 6,51 | 6,5-8,5 | 6,5-9,0 |
| RM3 | 28 | 9,65 | ≥4 | ≥5 | 8,09 | 6,5-8,5 | 6,5-9,0 |

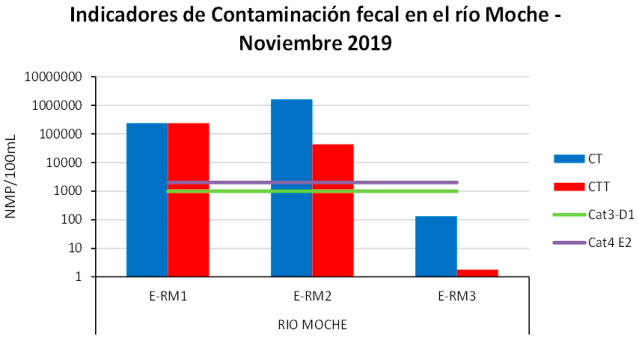


Figura 17.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie comparado con ECA, río Moche, noviembre 2019

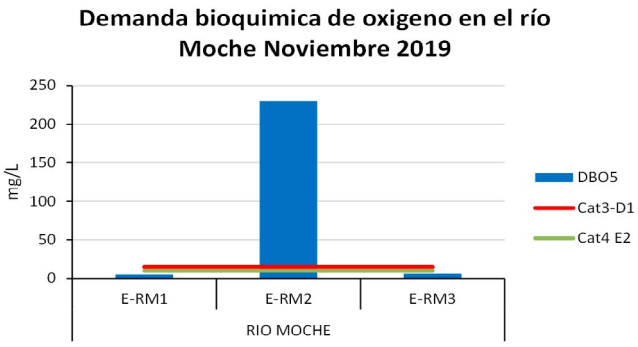


Figura 18.- Demanda bioquímica de oxígeno en superficie vs ECA, río Moche, noviembre 2019

Tabla 18.- Temperatura superficial (TSM) y oxígeno disuelto (OD) en superficie vs ECA, Salaverry, noviembre 2019

| Salaverry | TSM | Oxígeno | ECA - Oxígeno disuelto (mg/L) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | (°C) | (mg/L) | C1-B1 | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 15,3 | 9,22 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| B | 15,8 | 9,58 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| C | 17,3 | 8,94 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| D | 16,8 | 8,94 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| E | 16,8 | 9,08 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |
| F | 17,7 | 9,44 | ≥5 | ≥3 | ≥2,5 | ≥4 |

Tabla 19.- Potencial de Hidrógeno (pH) y Sólidos suspendidos (SST) en superficie vs ECA, Salaverry, noviembre 2019

| Salaverry | pH | ECA - pH (Unidad) | | SST | ECA - Sólidos Suspendidos Totales | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estación | (unidad) | C1-B1 | C2 y C4 | (mg/L) | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 7,83 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 11,5 | 60 | 70 | 30 |
| B | 7,90 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 10,0 | 60 | 70 | 30 |
| C | 7,76 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 4,5 | 60 | 70 | 30 |
| D | 7,81 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 0,0 | 60 | 70 | 30 |
| E | 7,81 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 14,5 | 60 | 70 | 30 |
| F | 7,84 | 6,0 a 9,0 | 6,8 a 8,5 | 20,5 | 60 | 70 | 30 |

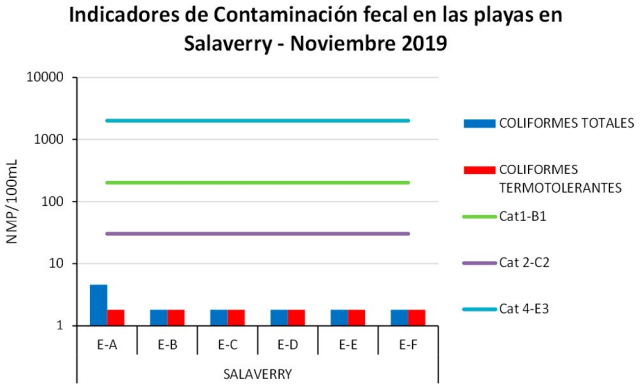


Figura 19.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie vs ECA, Salaverry, noviembre 2019

En todas las estaciones muestreadas, se hallaron concentraciones menores a 2,0 NMP/100mL de coliformes termotolerantes, no afectaron ninguna Categoria del ECA (Minam, 2017) (Fig. 19).

## Indicadores biológicos

Estos aspectos se trabajaron en noviembre 2020.

**Pacasmayo**. Se registraron cuatro especies, distribuidas en dos clases taxonómicas. La estación con mayor abundancia fue B con 16 individuos. La mayor representatividad en abundancia y densidad fue de la clase Malacostraca con 127 ind/m$^2$ (73,1%); en la clase Polychaeta destacó *Leitoscolopos* sp. (Tabla 20).

**Malabrigo**. Se registraron siete especies, distribuidas en cuatro grupos taxonómicos. La estación A presentó mayor abundancia (56 ind) de la clase Malacostraca, representada por *Emerita analoga* (240 ind/m$^2$, 69%); la clase con mayor diversidad fue Polychaeta (Tabla 21).

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad de la zona fue 1,37 bits/ind, con una equidad de Pielou de 0,99 y dominancia de Simpson de 0,82; indicando la presencia de especies con abundancias no equitativas, con dominancia de una especie. La diversidad entre estaciones osciló entre 0 y 1,37 bits/ind, siendo las estaciones B, C y D las de mayor diversidad (Tabla 22).

Tabla 20.- Composición del bentos intermareal, Pacasmayo, noviembre 2020

| Clase/Orden/Filo | Especie | B | C | D | Total | % | Promedio ind/0.05 | Densidad (ind/m2) | % grupos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Malacostraca | *Emerita analoga* | 16 | | 3 | 19 | 73.1 | 6.3 | 127 | 25.0 |
| Polychaeta | *Leitoscolopos sp* | | | 5 | 5 | 19.2 | 1.7 | 33 | 75.0 |
| Polychaeta | *Nephtys ferruginea* | | | 1 | 1 | 3.8 | 0.3 | 7 | |
| Polychaeta | *Nereis sp* | | 1 | | 1 | 3.8 | 0.3 | 7 | |
| | *Total* | 16 | 1 | 9 | 26 | 100.0 | | | |

Tabla 21.- Composición de bentos intermareal, Malabrigo, noviembre 2020

| Clase/Orden/Filo | Especie | A | B | C | D | E | Total | % | Densidad (ind/m2) | % Grupos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Malacostraca | *Emerita analoga* | 56 | 4 | | | | 60 | 69.0 | 240 | 14.3 |
| Polychaeta | *Glycera sp* | | | | 4 | | 4 | 4.6 | 16 | 57.1 |
| Polychaeta | *Leitoscolopos sp* | | 4 | | 1 | | 5 | 5.7 | 20 | |
| Polychaeta | *Lyscianassidae* | | | 3 | | | 3 | 3.4 | 12 | |
| Nemertea | *Nemertina* | | 1 | 3 | | | 4 | 4.6 | 16 | 14.3 |
| Polychaeta | *Nephtys ferruginea* | | 1 | 2 | 3 | 1 | 7 | 8.0 | 28 | |
| Gastropoda | *Olivella columellaris* | | | 3 | 1 | | 4 | 4.6 | 16 | 14.3 |
| | Total | 56 | 10 | 11 | 9 | 1 | 87 | 100 | 348 | |

Tabla 22.- Índices de la estructura comunitaria del bento intermareal, Malabrigo, noviembre 2020

| Estación | S | N | d | J | H' | Dominancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 56 | 0 | | 0 | 0 |
| B | 4 | 10 | 1.30 | 0.86 | 1.19 | 0.73 |
| C | 4 | 11 | 1.25 | 0.99 | 1.37 | 0.82 |
| D | 4 | 9 | 1.37 | 0.88 | 1.21 | 0.75 |
| E | 1 | 1 | | | 0 | |

Tabla 23.- Composición de bentos intermareal Salaverry, noviembre 2020

| Clase/Orden/Filo | Especie | *B* | *C* | *D* | *F* | *Total* | % | Densidad (ind/m2) | % grupos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Malacostraca | *Ampheliscidae* | 1 | | | | 1 | 3.6 | 5 | 12.5 |
| Polychaeta | *Lyscianassidae* | 1 | | | | 1 | 3.6 | 5 | 50 |
| Polychaeta | *Glycera sp* | 1 | 1 | 2 | | 4 | 14.3 | 20 | |
| Polychaeta | *Magelona sp* | | | | 1 | 1 | 3.6 | 5 | |
| Polychaeta | *Nephtys ferruginea* | | 2 | 3 | 1 | 6 | 21.4 | 30 | |
| Nemertea | *Nemertina* | 1 | | 11 | 1 | 13 | 46.4 | 65 | 12.5 |
| Gastropoda | *Olivella columellaris* | | 1 | | | 1 | 3.6 | 5 | 12.5 |
| Bivalvia | *Semele corrugata* | 1 | | | | 1 | 3.6 | 5 | 12.5 |
| | Total | 5 | 4 | 16 | 3 | 28 | 100 | | |

Tabla 24.- Índices de la estructura comunitaria del bentos intermareal, Salaverry, noviembre 2020

| Estación | S | N | d | J | H' | Dominancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 5 | 5 | 2,5 | 1 | 1,61 | 1 |
| C | 3 | 4 | 1,4 | 0,95 | 1,04 | 0,8 |
| D | 3 | 16 | 0,7 | 0,76 | 0,83 | 0,5 |
| F | 3 | 3 | 1,8 | 1 | 1,10 | 1 |

**Salaverry**. Se registraron ocho especies, distribuidas en cinco grupos taxonómicos. La estación D presentó mayor abundancia (16 individuos) y la clase Nemertea tuvo mayor abundancia y densidad (13% y 65 ind/m$^2$) (Tabla 23).

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad de la zona fue 1,61 bits/ind, con equidad de Pielou de 0,95 y dominancia de Simpson de 0,8 (Tabla 24).

**Huanchaco**. Se registró en dos estaciones (C y F) la especie *Emerita analoga*, siendo la estación F la que presentó mayor número de individuos (9).

## 4. DISCUSIÓN

En las investigaciones ecológicas de playas, se han priorizado los ambientes expuestos (Short, 1996; McLachlan & Brown, 2006; McLachlan & Defeo, 2013). De estas investigaciones, en playas expuestas, se sabe que en general, las comunidades de playas arenosas aumentan su riqueza, densidad, abundancia y biomasa de playas reflectivas (arena gruesa y pendiente pronunciada) a playas disipativas (arena fina y pendiente suave) (Defeo *et al*., 1992; Defeo & McLachlan, 2005; Defeo & McLachlan, 2013). También se ha descrito que a medida que la playa está más expuesta al oleaje, las características comunitarias (riqueza, abundancia y diversidad) del macrobentos disminuyen (McLachlan, 1980). Los crustáceos, son el grupo dominante en arenas gruesas y los moluscos en arenas finas (McLachlan & Brown, 2006). Estos ambientes expuestos también son habitados por organismos de gran tamaño corporal (mayor biomasa) (Borzone *et al*., 1996). A esto hay que mencionar a Romero Gonzales (2014) cuyos resultados de estudios de las playas de Bahía de La Paz reportaron a poliquetos y moluscos como los organismos más abundantes y frecuentes. Estas propuestas sustentan lo registrado en las playas monitoreadas de la Región La Libertad, teniendo en cuenta los pocos organismos y

especies encontradas en cada una de ellas y por ubicarse en zonas expuestas que condicionarían mantener una diversidad alta de especies bentónicas. Otro factor, sería el predominio de arena gruesa además de partículas de conchuelas, que evitaría el asentamiento de organismos por la poca retención de agua. Este aspecto es abordado por Cupul-Magaña y Tellez-Duarte (1997) quienes manifiestan que la presencia de gravas y arenas medias-gruesas evita que el sustrato sea fácil de penetrar por los organismos que lo habitan porque en estos ambientes ocurre una percolación más rápida durante bajamar, lo que evita la retención de agua intersticial y provoca el hundimiento del nivel freático (McLachlan, 1983).

## 5. CONCLUSIONES

La temperatura superficial del mar presentó anomalías positivas con respecto al Patrón térmico de Malabrigo (1925 a 2017), variando de 3,6 °C (Salaverry) a 4,1 °C (Huanchaco); valores muy similares fueron reportados para Malabrigo, debido al arribo de una onda Kelvin cálida (ENFEN, 2019); el oxígeno superficial promedio varió de 8,1 a 10,9 mg/L, a un metro del fondo de 4,2 a 6,1 mg/L, asociado con el potencial de Hidrógeno superficial de 7,9 a 8,1 unidad, consecuentemente, el monitoreo fue realizado durante una condición oceanográfica cálida; mientras que, según ENFEN (2019) noviembre en la región Niño 1+2 (Centro Norte de Perú) fue Neutro.

El contenido de oxígeno disuelto (9,4 y 5,2 mg/L) y potencial de Hidrógeno (7,77 y 8,14 unidad) para la columna de agua, estuvo acorde con la Categoría 1, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario; Categorias 2 y subcategoría C2: Aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto, que comprende a los peces y las algas comestibles y, Categoría 4, Subcategoría E3: Conservación del ambiente acuático, Ecosistemas costeros y marinos, tipificado en los ECA (Minam, 2017).

En Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, los Sólidos Suspendidos Totales del nivel sub superficial fue mayor con respecto al superficial; en Malabrigo y Huanchaco las concentraciones sobrepasaron los ECA en la Categoria 4, subcategoría E3: Conservación del ambiente acuático, Ecosistemas costeros y marinos (30 mg/L).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno en superficie presentó orden decreciente: Huanchaco, Malabrigo y Salaverry, aunque, valores menores a la Categoria 2, Subcategoría C2: Comprende a los peces y las algas comestibles; Categoría 2, Subcategoría 3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras, asimismo, la Categoría 4, Subcategoría E3: Conservación del ambiente acuático, Ecosistemas costeros y marinos, del ECA para Agua. No obstante, Salaverry presentó valores próximos a 10 mg/L, por lo que comparado con Malabrigo y Huanchaco evidencia alteración en sus características físicas.

Los coliformes termotolerantes en superficie de la submareal, presentaron valores menores a 4,0 NMP/100 mL, todos los puntos muestreados cumplieron las Categorías 2, 3 y 4 del ECA para Agua.

El sedimento superficial marino en los desembarcaderos de Malabrigo y Huanchaco, asi como, frente a la desembocadura del rio Moche presentó alto contenido de materia organica, el máximo valor (8,5%) fue hallado en Huanchaco y el mínimo a 2,0 mn frente al borde costero de Malabrigo. La arena fina y muy fina predominó en la submareal de Malabrigo; arena media a gruesa en Punta Huanchaco y el fango alcanzó núcleos de 50% en Huanchaco y Salaverry.

En las playas de Pacasmayo y Huanchaco, el contenido de oxígeno disuelto y potencial de Hidrógeno cumplieron los ECA para Agua (Minam 2017).

En Pacasmayo, las playas La Bocana del río Jequetepeque, El Muelle, La Lata y Junco Marino, Buenos Aires Norte, Huanchaquito y en la desembocadura del río Moche, presentaron contaminación fecal, incumpliendo con la Categoría 2, Subcategoría C2: Comprende a los peces y las algas comestibles (Minam, 2017).

Las playas de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco (Estación B y C) y Salaverry (Estaciones B a F), presentaron material orgánico biodegrabable medida en la DBO, incumpliendo con la Categoría 2, Subcategoría: Extracción, cultivos y

otras actividades marino costeras y continentales que comprende a los peces y las algas comestibles del ECA (Minam, 2017).

El mar de Salaverry (dentro de las tres millas náuticas) con respecto a Malabrigo y Huanchaco, evidenció alteración por materia organica.

En Malabrigo el sedimento superficial, en torno al desembarcadero, mostró contaminación por materiales organicos, presentando estado reducido con olor a sulfuros, predominó el fango y arena muy fina, las mismas características abarcaron gran parte del sedimento de Huanchaco y Salaverry.

El río Moche, entre el puente en Panamericana y su desembocadura al mar de Buenos Aires Norte, presentó anoxia e hipoxia, respectivamente.

El poliqueto *Owenia fusiformis* fue la especie dominante para Huanchaco y Malabrigo, en tanto que, *Pherusa plumosa*, *Magelona* sp., además de *Owenia fusiformis* en Salaverry, fueron especies indicadoras de algún tipo de perturbación ambiental.

Se registró diversidad de zooplancton en las zonas de muestreo, la misma que es típica de zonas cercanas a la costa. La mayor abundancia se registró en los estadios tempranos como copepoditos del grupo Copepoda, huevos y larvas de peces, nauplios de cirrípedos, apendicularias y foraminíferos.

La clase taxonómica que predominó en las playas monitoreadas fue Polychaeta con un máximo de 4 especies. Esto refleja la escasa diversidad de organismos que habitan este tipo de playa a consecuencia de varios factores, uno de ellos la constitución del sedimento que predomina.

## 6. REFERENCIAS


Borzone, C. A., Souza, J. R. B. & Soares, A. G. (1996). Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Revista Chilena de Historia Natural, 69*(4), 565-577. https://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1996/4/Borzone_et_al_1996.pdf

Boschi, E. (1981). Larvas de Crustacea Decapoda. En D. Boltovskoy (Ed.), "*Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*" (pp. 699-757). Invemar.

Bouillon, J. (1999). Hydromedusae. In D. Boltovskoy (Ed.), "*South Atlantic Zooplankton*" (Vol. 1, pp. 385-465). Backhuys Publishers.

Bowman, T. E. & Gruner, H-E. (1973). *The families and genera of Hyperiidae (Crustacea: Amphipoda)* (Smithsonian Contributions to Zoology N° 146). Smithsonian Institution Press. https://doi.org/10.5479/si.00810282.146

Bradford-grieve, J., Markhaseva, E., Rocha, C. & Abiahy, B. (1999). Hydromedusae. In D. Boltovskoy (Ed.), "*South Atlantic Zooplankton*" (Vol. 1, pp. 869-1098). Backhuys Publishers.

Carrit, D. E. & Carpenter, J. H. (1966). Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water, A NASCO report. *Journal of Marine Research, 24*(3), 286-318. https://elischolar.library.yale.edu/journal_of_marine_research/1077

Centro Regional de Planeamiento Estrategico (Ceplan). (2016). *Plan de Desarrollo Regional Concertado: PDRC La Libertad 2016–2021*. Gobierno Regional de La Libertad.

Clesceri, L. S., Eaton, A. D. & Greenberg, A. E. (Eds.). (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater (20° ed.). American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) y Water Environment Federation (WEF).

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño" [ENFEN]. (2019). *Estado de sistema de alerta: No Activo* (Comunicado Oficial ENFEN N° 15-2019). Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/15-2019.pdf

Cupul-Magaña, L. A. & Téllez-Duarte, M. A. (1997). Variaciones espacio temporales de la fauna macrobentónica de una playa arenosa y su relación con los cambios del perfil de playa y el tamaño de grano de los sedimentos en playa El Pelícano, Baja California. *Ciencias Marinas, 23*(4), 419- 434. http://dx.doi.org/10.7773/cm.v23i4.828

Dean, W. E. (1974). Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss ignition: Comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology, 44*(1), 242-248. https://doi.org/10.1306/74D729D2-2B21-11D7-8648000102C1865D

Decreto Supremo Nº 004-2017-Minam [Ministerio del Ambiente]. (2017). Por el cual aprueban los Estándares Nacionales de Calidad (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. 7 de junio de 2017. D.O. Nº. 1529835-2. https://www.gob.pe/institucion/Minam/normas-legales/3671-004-2017-Minam

Defeo, O. & McLachlan, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-escale analysis. *Marine Ecology Progress Series*, *295*, 1-20. https://doi.org/10.3354/meps295001

Defeo, O. & McLachlan, A. (2013). Global patterns in sandy beach macrofauna: Species richness, abundance, biomass and body size. *Geomorphology*, *199*, 106-114. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.04.013

Defeo, O., Jaramillo, E. & Lyonnet, A. (1992). Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna on the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research*, *8*(4), 830-839. https://www.jstor.org/stable/4298039

Einarsson, H. & Rojas de Mendiola, B. (1963). Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens J.). Bol. Inst. Invest. Recurs. Mar.*, *1*(1), 1-23. https://hdl.handle.net/20.500.12958/64

Gurney, R. (1942). *The larvae of decapod Crustacea*. Ray. Soc. Publ.

Kramer, D., Kalin, M. J., Stevens, E. G., Thrailkill, J. R. & Zweifel, J. R. (1972). *Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current region* (NOAA Technical Report NMFS Circ-370). NOAA. https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/3248

McLachlan, A. & Brown, A. (2006). *The Ecology of Sandy Shores* (2º ed.). Academic Press.

McLachlan, A. & Defeo, O. (2013). Coastal Beach Ecosystems. In S. A. Levin (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity* (2º ed, pp. 128-136). Academic Press.

McLachlan, A. (1980). The definition of sandy beaches in relation to exposure: A simple raiting system. *South African J. Sci.*, *76*, 137-138.

McLachlan, A. (1983). Sandy Beach Ecology: A review. In A. McLachlan & T. Erasmus (Eds.), *Sandy Beaches as Ecosystems* (Serie DIHY, Vol. 19, pp. 321-380). Springer Science. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2938-3_25

Onbé, T. (1999). Ctenopoda and Onychopoda (Cladocera). In D. Boltovskoy (Ed.), "*South Atlantic Zooplankton*" (Vol. 1, pp. 797-813). Backhuys Publishers.

Pohle, G., Mantelatto, F., Negreiros-Fransozo, M. & Fransozo, A. (1999). Larval Decapoda. In D. Boltovskoy (Ed.), "*South Atlantic Zooplankton*" (Vol. 1, pp. 1281-1351). Backhuys Publishers.

Pugh, P. R. (1999). Siphonophorae. In D. Boltovskoy (Ed.), "*South Atlantic Zooplankton*" (Vol. 1, pp. 467-511). Backhuys Publishers.

Rebaza Castillo, V., Escudero Herrera, L., Alfaro Mudarra, S., Orozco Moreyra, R., Campos Rivas, M., Vásquez Ruiz, C. & Llanos Linares, J. (2019). Calidad del ambiente marino costero de La Libertad, Perú. Junio 2016. *Inf Inst Mar Perú*, *46*(2), 194-235. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3341

Rebaza, V., Llanos, J., De La Cruz, J., Alfaro, S., Castro, J., Solano, A., Ramírez, P., Campos, M., Torres, D., De Lucio, L., Galán, J. & Atoche, D. (2016). Caracterización de áreas aptas para desarrollo acuícola en la Regiones Lambayeque y La Libertad. *Inf Inst Mar del Perú*, *43*(2), 191-209. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3108

Rebaza, V., Tresierra, A., Alfaro, S. & Vásquez, C. (2013). El ambiente marino costero de la Región La Libertad. 2010. *Inf Inst Mar Perú*, *40*(3-4), 187- 239. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2241

Romero González, A. C. (2014). *Caracterización ecológica del macrobentos de la zona intermareal de dos playas arenosas en la bahía de La Paz, Baja California Sur, México* [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur]. Repositorio UCBCS. https://biblio.uabcs.mx/tesis/tesis/te3215.pdf

Sandoval de Castillo, O. (1979). Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. *Inf Inst Mar Perú*, (63). https://hdl.handle.net/20.500.12958/288

Short, A. D. (1996). The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revista Chilena de Historia Natural*, *69*, 589–604. https://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1996/4/Short_1996.pdf

Varas Ponce, L. L. & Rivero Méndez, J. F. (2015). Efecto de la productividad pesquera en la concentración del oxígeno disuelto en cuerpo marino, puerto Malabrigo, La Libertad, Perú. *Revista Ciencia y Tecnología*, *11*(3), 115-125. https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1121

Watson, W. & Sandknop, E. M. (1996). Engraulidae. In G. Moser (Ed.), *The Early Stages of Fishes in The California Current Region* (Atlas N° 33, pp. 173-183). California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (Calcofi). https://calcofi.org/downloads/publications/atlases/CalCOFI_Atlas_33.pdf