# CONTAMINACIÓN MARINO COSTERA Y ESTADO DEL ECOSISTEMA EN PACASMAYO, MALABRIGO, HUANCHACO Y SALAVERRY, OCTUBRE 2020

## COASTAL MARINE POLLUTION AND ECOSYSTEM STATUS IN PACASMAYO, MALABRIGO, HUANCHACO, AND SALAVERRY (OCTOBER 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 marino costera y estado del ecosistema en Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, octubre 2020. Inf Inst Mar Perú, 51(3), 280-297.-* La evaluación de la calidad del ambiente marino costero, a fines de octubre 2020, abarcó el intermareal de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry así como la cuenca baja del río Moche. Se midieron parámetros físicos, químicos, biológicos en agua y sedimento. La temperatura superficial del mar presentó anomalías positivas respecto al patrón histórico de puerto Malabrigo, asociadas a la diferencia de profundidad, procesos de mezcla con aguas residuales, escorrentías y las del río Moche; las condiciones oceanográficas para el Centro Norte de Perú fueron neutras, imperando las aguas costeras frías. El oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno, presentaron condiciones propicias para actividades de Recreación Poblacional; Cultivo y Extracción de peces y algas comestibles, así como Conservación del Ambiente Acuático, Ecosistemas Costeros y Marinos. En Pacasmayo y Huanchaco se presentó contaminación por materia orgánica y microbiológica (fecal), afectando la Recreación Poblacional; Cultivo y Extracción de peces y algas comestibles, y la Conservación del Ambiente Acuático, Ecosistemas Costeros y Marinos. El sedimento no evidenció contaminación por materiales orgánicos; pero sí se encontró contaminación por desechos plásticos, en las zonas de muelles, balnearios y confluencias de las aguas del río Moche y colectores de aguas residuales. Las aguas del río Moche, cuenca baja, fueron afectadas por las descargas de aguas antropogénicas, la hipoxia y contaminación fecal, impactando negativamente en la Conservación del Ambiente Acuático, así como, que no debieron ser empleadas para el uso de riego de vegetales. Las playas de estas localidades presentaron pocos organismos y especies, condición relacionada con la morfología de costa (zonas expuestas), predominio de arena gruesa y partículas de conchuela, que afectaron a la diversidad de especies bentónicas. Además, las playas de Huanchaco y Pacasmayo mostraron contaminación por materia orgánica y microbiológica (fecal) y se registró a *Emerita analoga* (muy muy), como única especie para Huanchaco y fue predominante en Pacasmayo.


Palabras clave: contaminación orgánica, microbiológica, anoxia, *Emerita analoga* (muy muy)


## ABSTRACT

*Rebaza Castillo, V., Alfaro Mudarra, S. & Orozco Moreyra, R. (2024). Coastal marine pollution and ecosystem status in Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, and Salaverry (October 2020). Inf Inst Mar Peru, 51(3), 280-297.-* In late October 2020, Imarpe assessed the coastal marine environment in the intertidal zones of Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, and Salaverry, as well as the lower basin of the Moche River. Physical, chemical, and biological parameters were measured in water and sediment. The SST showed positive anomalies relative to the historical pattern of Malabrigo, linked to differences in depth, mixing with wastewater, runoff, and the Moche River. Oceanographic conditions in northern-central Peru were neutral, with cold coastal waters prevailing. The dissolved oxygen and pH levels were found to be suitable for recreational activities, fish and edible algae culture, and the preservation of aquatic environments, including coastal and marine ecosystems. However, Pacasmayo and Huanchaco were affected by pollution from organic and microbiological (fecal) sources, which adversely affected recreational activities, fish and algae culture, and conservation efforts. Sediments did not show organic pollution but did contain plastic waste, particularly near docks, beaches, and the confluences of the Moche River and sewage outlets. The Moche River's lower basin suffered from anthropogenic wastewater discharges, hypoxia, and fecal pollution, negatively affecting aquatic conservation efforts and rendering the waters unsuitable for vegetable irrigation. Beaches in these areas had few organisms and species, attributed to the coast's morphology (exposed zones), coarse sand, and shell fragments, which impacted benthic species diversity. Additionally, Huanchaco and Pacasmayo beaches exhibited organic and microbiological (fecal) contamination, with *Emerita analoga* being identified as the sole species in Huanchaco and predominant in Pacasmayo.


Keywords: organic pollution, microbiological, anoxia, *Emerita analoga*

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

## 1. INTRODUCCIÓN

En Perú el inventario de las principales fuentes de contaminación marina, debido a desechos domésticos e industriales, hidrocarburos de petróleo e hidrocarburos clorinados, así como su legislación, fue reportado por Guillén *et al*. (1980). La contaminación marina se incrementó directamente con la población y sus actividades, el Imarpe hace anualmente monitoreos de esta contaminación en la región liberteña, efectuando muestreos en Pacasmayo, Salaverry, Malabrigo, Huanchaco y Puerto Morín. La zona de estudio de Huanchaco comprende desde el margen derecho del río Moche, la playa 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 Varadero hasta Totorales (inicio sur). Huanchaco, además, recibe las aguas marinas de la zona sur adyacente, puerto de Salaverry, playas Las Delicias, y aguas del río Moche.

La contaminación marina en La Libertad afecta directamente a los bancos naturales de invertebrados marinos y zonas de pesca que fueron ubicadas y delimitadas en la región (Alfaro Mudarra *et al*., 2016; Alfaro Mudarra *et al*., 2017) e indirectamente a la actividad económica de la población de pescadores artesanales que ascendió de 3000 a 3583, entre el 2013 y 2015, respectivamente (Castillo *et al*., 2018). En la zona marina costera liberteña se reporta diversidad de especies, identificándose 31 especies de macroalgas siendo *Chondracanthus chamissoi* (yuyo) y *Gracilariopsis lemaneiformis* (pelillo) de importancia económica. En invertebrados marinos se identificaron 69 especies, de las cuales 68 son costeras y una es oceánica *Dosidicus gigas* (pota). De las costeras, nueve son de importancia comercial: *Platyxanthus orbignyi* (cangrejo violáceo), *Stramonita chocolata* (caracol negro), *Octopus mimus* (pulpo), *Argopecten purpuratus* (concha de abanico), *Semele solida* y *S. corrugata* (almeja), *Emerita analoga* (muy muy), *Pattalus mollis* (pepino de mar), *Donax* sp. (palabritas). Se identificaron 112 especies de peces, 89 corresponden a peces óseos y 23 a cartilaginosos (De Lucio *et al*., 2013).

Huanchaco es una caleta de pescadores artesanales que laboran en caballitos de totora orientados principalmente a la captura de peces como coco *Paralonchurus peruanus*, lisa *Mugil cephalus*, invertebrados como cangrejo violáceo *P. orbignyi* y desarrollan extracciones manuales de orilla dedicados al yuyo o mococho *Chondracanthus chamissoi* (Alfaro Mudarra *et al*., 2016; Alfaro Mudarra *et al*., 2017; De Lucio *et al*., 2013). Asimismo, en estudios realizados durante el 2010, 2013, 2014 y 2016, Huanchaco fue reportada contaminada 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, en ese sentido, el área fue catalogada como no apta para el desarrollo acuícola en La Libertad (Rebaza *et al*., 2013, 2016, 2019).

En tal sentido, el Laboratorio Costero en Huanchaco, en coordinación con las Direcciones Generales de Investigación en Acuicultura e Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático de la Sede Central, realizó esta investigación, que permitió evaluar los parámetros físicos, químicos y biológicos en agua, sedimento y organismos marinos, con el propósito de obtener información actualizada y oportuna 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.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Zonas y estaciones de muestreo

En octubre 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).

Figura 1.- Zonas de muestreo en la prospección Calidad del Ambiente Marino Costero y Estado de su Ecosistema en Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, octubre 2020

**Pacasmayo**

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

**Malabrigo**

En esta localidad, se establecieron cinco estaciones en mar somero-playa, ubicadas en zonas de pesca industrial y artesanal, así como balnearios con importante actividad deportiva acuática (Tabla 2, Fig. 3).

Tabla 1.- Posición geográfica de las estaciones de muestreo en mar somero (intermareal). Pacasmayo, octubre 2020

| Estación, muestreo intermareal | Latitud Sur | Longitud oeste |
|---|---|---|
| A | 7°20'14,9" | 79°35'21,5" |
| B | 7°23'17,6" | 79°34'11,1" |
| C | 7°24'23,5" | 79°34'39,6" |
| D | 7°23'46,4" | 79°34'16,4" |
| E | 7°24'47,7" | 79°35'14,7" |

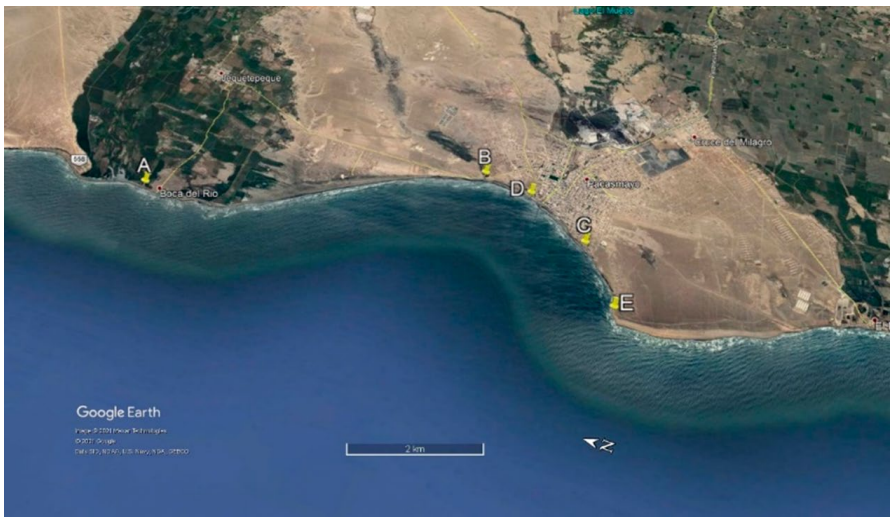


Figura 2.- Estaciones de muestreo en mar somero-playas. Pacasmayo, octubre 2020

Tabla 2.- Posición geográfica de las estaciones de muestreo en mar somero-playas. Malabrigo, octubre 2020

| Estación, muestreo intermareal | Latitud Sur | Longitud oeste |
|---|---|---|
| A | 7°42'20,5" | 79°27'3,9" |
| B | 7°42'7,8" | 79°26'33,9" |
| C | 7°41'41,6" | 79°26'11,0" |
| D | 7°40'43,9" | 79°26'7,2" |
| E | 7°39'51,3" | 79°26'29,6" |

**Huanchaco**

Se establecieron seis estaciones en la intermareal (mar somero) de la zona costera de los distritos de Huanchaco y Víctor Larco de la provincia de Trujillo; complementando la información con tres estaciones en la cuenca baja (Cerro Blanco, puente Panamericana y desembocadura al mar) del río Moche (Tabla 3, Fig. 4).

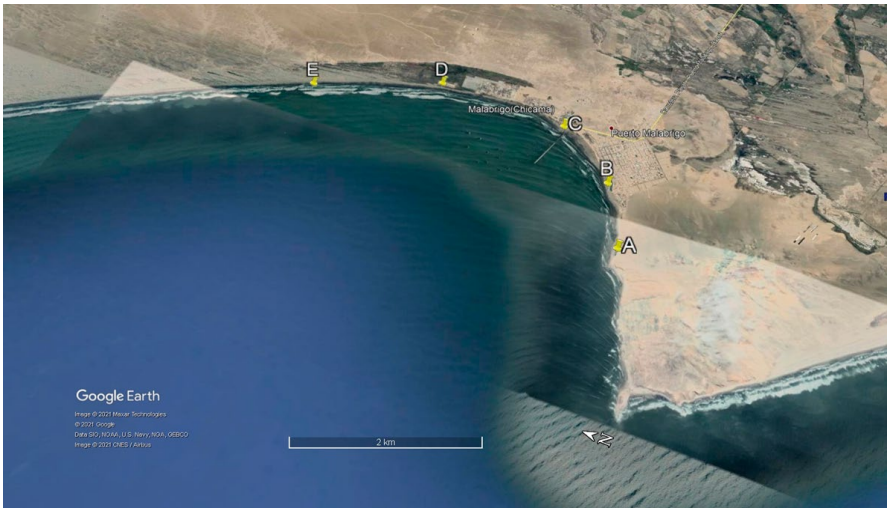


Figura 3.- Estaciones de muestreo en mar somero-playas. Malabrigo, octubre 2020

Tabla 3.- Posición geográfica de las estaciones de muestreo en mar somero-playas. Huanchaco, octubre 2020

| Estación, muestreo intermareal | Latitud Sur | Longitud oeste |
|---|---|---|
| A | 8°7'55,0" | 79°4'3,8" |
| B | 8°6'33,1" | 79°6'0,8" |
| C | 8°5'55,8" | 79°6'47,8" |
| D | 8°4'43,4" | 79°7'14,5" |
| E | 8°4'9,8" | 79°7'17,2" |
| F | 8°3'28,6" | 79°7'56,2" |
| RM1 | 8°9'43,4" | 79°2'8,8" |
| RM2 | 8°8'37,9" | 79°0'49,5" |
| RM3 | 8°4'49,5" | 78°52'26,9" |

Figura 4.- Estaciones de muestreo en mar: Sub mareal y somero-playas. Huanchaco, octubre 2020

**Salaverry**

Se establecieron seis estaciones en la intermareal (mar somero). En esta zona costera se ubican zonas de pesca artesanal y balnearios como Uripe, Las Delicias y Salaverry (Tabla 4, Fig. 5).

Tabla 4.- Posición geográfica de las estaciones de muestreo en mar somero-playas. Salaverry, octubre 2020

| Estación, muestreo intermareal | Latitud Sur | Longitud oeste |
|---|---|---|
| A | 8°14'39,7" | 78°58'51,9" |
| B | 8°13'23,8" | 78°58'54,4" |
| C | 8°12'30,2" | 78°59'16,3" |
| D | 8°12'3,7" | 78°59'40,8" |
| E | 8°11'28,7" | 79°0'16,8" |
| F | 8°10'3,4" | 79°1'47,4" |

Figura 5.- Estaciones de muestreo en mar somero-playas. Salaverry, octubre 2020

## Metodología de toma de muestra

**Muestreo por mar.** En el sub mareal se establecieron 24 estaciones de muestreo: ocho en cada zona: Malabrigo, Huanchaco y Salaverry. Se midió temperatura con un termómetro de mercurio con resolución 0,1 °C. La transparencia se midió con disco Secchi. A bordo se detectó el oxígeno disuelto y pH. 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 y grasa, y coliformes.

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

### Muestreo por línea de playa y ribera de ríos

En la zona intermareal de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, se establecieron veintidós estaciones de muestreo, mientras que, en los ríos Jequetepeque y Moche se dispusieron tres estaciones en cada río.

### Método de ensayo

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

Para la determinación del oxígeno disuelto se aplicó el método titulométrico de Winkler modificado por Carritt y Carpenter (1966) y para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) el método Apha-Awwa-Wef (Cleseri *et al*., 1999) Para la determinación del potencial de hidronio se trabajó con el Termo Orión 3.

La determinación de sólidos suspendidos se hizo siguiendo el método Apha-Awwa-Wef (Cleseri *et al*., 1999).

La temperatura superficial (en el 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).

### Análisis de datos

Considerando que las estaciones de muestreo fueron ubicadas en zonas en donde se identifican bancos naturales de cangrejo violáceo y áreas de pesca artesanal (principalmente de lisa *Mugil cephalus* y lorna *Sciaena deliciosa)* para analizar la calidad del ambiente marino se evaluaron con los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECA), los resultados de los parámetros con la Categoría 2, Subcategoría C2: Extracción y Cultivo de otras especies hidrobiológicas (peces principalmente), Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros; y, la Categoría 1-B1: Poblacional y Recreacional, Sub Categoría B1: Contacto Primario del según el D.S. Nº 004-2017-MINAM (se citará como Minam, 2017).

Los resultados de los parámetros de la estación de monitoreo de la cuenca baja del río Moche se valuaron con la Categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales, subcategoría D1: Riego de vegetales y ECA Categoría 4 para Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E2: Ríos, Costa y sierra (Minam, 2017).

## 3. RESULTADOS

### Contaminación física, química y biológica

### Pacasmayo

La temperatura superficial del mar varió de 17,4 a 18,5 °C, la media fue 17,8 °C, el oxígeno disuelto osciló de 8,77 a 11,24 mg/L, la media fue 9,53 mg/L, asociado a pH de 7,84 a 8,77 unidad, los sólidos suspendidos totales estuvieron en un rango de 57,50 a 148,5 mg/L, la media fue 82,80 mg/L. La temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno no sobrepasaron los ECA. Los sólidos suspendidos totales en todas las estaciones de muestreo superaron las Categorías 2, Subcategoría C2: Extracción, cultivos y otras actividades marino costeras y continentales y, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros (Tablas 5, 6).

Tabla 5.- Temperatura superficial del mar (TSM) y oxígeno disuelto (OD) en superficie marina, playas de Pacasmayo, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

| Estación | TSM (°C) | Oxígeno (mg/L) | ECA - oxígeno disuelto (mg/L) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C1-B1 | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 18,5 | 9,90 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| B | 17,6 | 8,84 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| C | 17,8 | 8,77 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| D | 17,4 | 8,91 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| E | 17,9 | 11,24 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |

Tabla 6.- Potencial de hidrógeno (pH) y Sólidos suspendidos totales (SST) en superficie marina, playas de Pacasmayo, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

| Estación | pH (unidad) | ECA- pH | | SST (mg/L) | ECA – SST | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C1-B1 | C2 y C4 | | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 7,96 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 73,0 | 60 | 70 | 30 |
| B | 7,84 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 75,0 | 60 | 70 | 30 |
| C | 7,87 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 148,5 | 60 | 70 | 30 |
| D | 7,86 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 57,5 | 60 | 70 | 30 |
| E | 8,08 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 60,0 | 60 | 70 | 30 |

En relación a la carga microbiológica los coliformes totales variaron de 1,8 a 33000 NMP/100mL, en tanto que, los coliformes termotolerantes fluctuaron de 1,8 a 17000 NMP/100 mL, las estaciones B (Junco Marino) y D (Muelle artesanal pesquero) sobrepasaron las Categorías 2, Subcategoría C2: Extracción cultivos y otras actividades marino costeras y continentales y, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros y, la Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario. La demanda bioquímica de oxígeno varió de 6,21 a 7,93 mg/L, el promedio 6,80 mg/L, todas las estaciones sobrepasaron a la Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario (Figs. 6, 7).

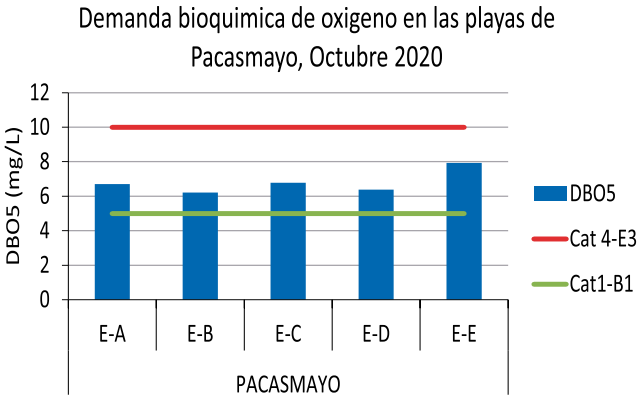


Figura 6.- Demanda bioquímica de oxígeno, superficie marina, playas de Pacasmayo, comparado con ECA (Minam, 2017), octubre 2020

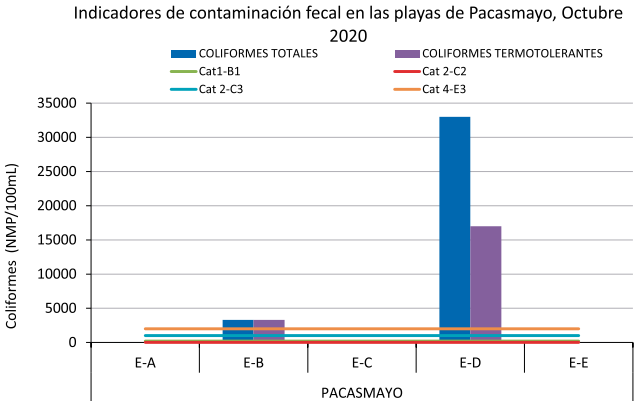


Figura 7.-Coliformes totales y termotolerantes en superficie, playas de Pacasmayo, comparado con los ECA (MINAM, 2017), octubre 2020

**Materia orgánica total**. El sedimento superficial de la zona intermareal de Pacasmayo varió de 1,0 a 1,78%, la media fue 1,43%, no presentó olor a sulfuros, con colores gris suave (Munsell, 1905). La composición granulométrica varió de arena fina a canto rodado (Tabla 7).

## Malabrigo

La temperatura superficial del mar osciló de 16,7 a 18,9 °C, la media fue 17,9 °C, el oxígeno disuelto fluctuó de 8,63 a 10,18 mg/L, la media fue 9,33 mg/L, asociado al pH de 7,74 a 7,89 unidad, los sólidos suspendidos totales estuvieron en rango de 58,0 a 80,5 mg/L, la media fue 68,20 mg/L. La temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno no sobrepasaron los ECA. Los sólidos suspendidos totales en todas las estaciones de muestreo superaron las Categorías 2, Subcategoría C2: Extracción cultivos y otras actividades marino costeras y continentales y, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros (Tablas 8, 9).

En relación a la carga microbiológica los coliformes totales variaron de 1,8 a 4,5 NMP/100 mL, en tanto que, los coliformes termotolerantes fluctuaron de 1,8 a 2,0 NMP/100 mL, todas las estaciones no sobrepasaron las Categorías 2, Subcategoría C2: Extracción cultivos y otras actividades marino costeras y continentales y, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros y, la Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales

Tabla 7.- Materia orgánica total (MOT), en la intermareal de Pacasmayo, octubre 2020

| Estación | Observación | MOT (%) |
|---|---|---|
| A | Arena fina, sin olor a sulfuros, sin presencia de conchuelas. Munsell: 10YR.6/2. Ligth browish gray (Gris pardo claro) | 1,78 |
| B | Arena gruesa, sin olor a sulfuros, restos de muy muy. Munsell: 10YR.6/2. Ligth browish gray (Gris pardo claro) | 1,00 |
| C | Arena fina, sin olor a sulfuros, sin restos de conchuela. Munsell: 10YR.71. Ligth gray (Gris suave) | 1,52 |
| D | Canto rodado | --- |

destinadas para recreación, contacto primario. La demanda bioquímica de oxígeno varió de 4,09 a 6,54 mg/L, el promedio 5,36 mg/L, las estaciones B, C, D y E sobrepasaron Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario (Minam, 2017) (Figs. 8, 9).

Tabla 8.- Temperatura superficial del mar (TSM) y oxígeno disuelto (OD) en superficie, playas de Malabrigo, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

| Estación | TSM (°C) | Oxígeno (mg/L) | ECA – Oxígeno disuelto (mg/L) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C1-B1 | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 18,0 | 9,62 | ≥ 5 | ≥ 3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| B | 18,9 | 10,18 | ≥ 5 | ≥ 3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| C | 18,5 | 8,63 | ≥ 5 | ≥ 3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| D | 17,6 | 8,91 | ≥ 5 | ≥ 3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| E | 16,7 | 9,33 | ≥ 5 | ≥ 3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |

Tabla 9.- Potencial de hidrógeno (pH) y Sólidos suspendidos totales (SST) en superficie marina, playas de Malabrigo, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

| Estación | pH (unidad) | ECA- pH | | SST (mg/L) | ECA – SST | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C1-B1 | C2 y C4 | | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 7,85 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 58,0 | 60 | 70 | 30 |
| B | 7,89 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 80,5 | 60 | 70 | 30 |
| C | 7,74 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 62,5 | 60 | 70 | 30 |
| D | 7,78 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 70,5 | 60 | 70 | 30 |
| E | 7,78 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 69,5 | 60 | 70 | 30 |

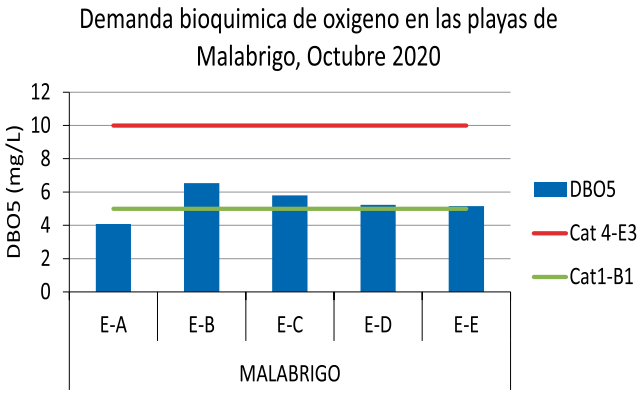


Figura 8.- Demanda bioquímica de oxígeno en superficie, playas de Malabrigo, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

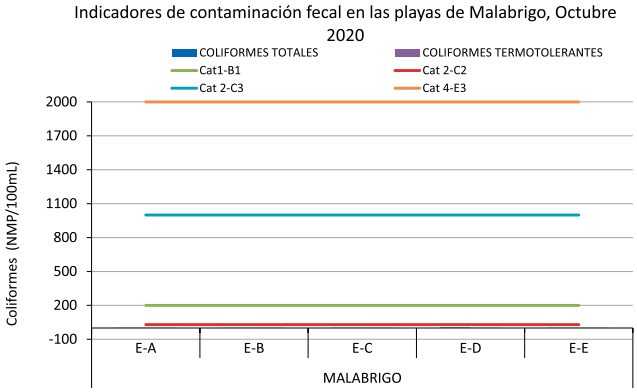


Figura 9.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie, playas de Malabrigo, comparado con los ECA (MINAM, 2017) octubre 2020

**Materia orgánica total.** El sedimento superficial marino de la zona intermareal de Malabrigo varió de 1,37 a 1,93%, la media fue 1,67%; no presentó olor a sulfuros; con colores gris oliva y suave (Munsell, 1905). La composición granulométrica predominante fue arena fina sin conchuelas partidas (Tabla 10).

## Huanchaco

La temperatura superficial del mar osciló de 15,6 a 18,5 °C, la media fue 17,4 °C, el oxígeno disuelto fluctuó de 8,27 a 8,98 mg/L, la media fue 8,82 mg/L, asociado a un pH de 7,78 a 7,87 unidad, los sólidos suspendidos totales estuvieron en un rango de 39,0 a 87,0 mg/L, la media fue 65,42 mg/L. La temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno no sobrepasaron los ECA. Los sólidos suspendidos totales en todas las estaciones de muestreo superaron las Categorías 2, Subcategoría C2: Extracción cultivos y otras actividades marino costeras y continentales y, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros (Tablas 11, 12).

Tabla 10.- Materia orgánica total (MOT), en la intermareal de Malabrigo, octubre 2020

| Estación | Observación | MOT (%) |
|---|---|---|
| A | Arena fina sin conchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: 5Y.6/2. Ligth olive gray (Gris oliva claro) | 1,37 |
| B | Arena fina sin conchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: 5Y. 5/2. Olive gray (Gris oliva) | 1,86 |
| C | Arena fina sin conchelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: 5Y. 5/2. Ligth olive gray (Gris oliva claro) | 1,93 |
| D | Arena fina sin conchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: 5Y. 5/2. Olive gray | 1,54 |
| E | Arena fina sin onchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: 5Y. 6/2. Ligth olive gray | 1,65 |

Tabla 11.- Temperatura superficial del mar (TSM) y oxígeno disuelto (OD) en superficie, playas de Huanchaco, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

| Estación | TSM (°C) | Oxígeno (mg/L). | ECA – Oxígeno disuelto (mg/L) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C1-B1 | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 17,8 | 8,84 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| B | 15,8 | 8,98 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| C | 15,6 | 9,48 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| D | 18,5 | 8,27 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| E | 18,4 | 8,49 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| F | 18,3 | 8,84 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |

Tabla 12.- Potencial de hidrógeno (pH) y Sólidos suspendidos totales (SST) en superficie marina, playas de Huanchaco, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

| Estación | pH (unidad) | ECA- pH | | SST (mg/L) | ECA – SST | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C1-B1 | C2 y C4 | | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 7,81 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 54,5 | 60 | 70 | 30 |
| B | 7,83 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 80,0 | 60 | 70 | 30 |
| C | 7,87 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 87,0 | 60 | 70 | 30 |
| D | 7,87 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 57,5 | 60 | 70 | 30 |
| E | 7,85 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 74,5 | 60 | 70 | 30 |
| F | 7,78 | 6 - 9 | 6,8 – 8,5 | 39,0 | 60 | 70 | 30 |

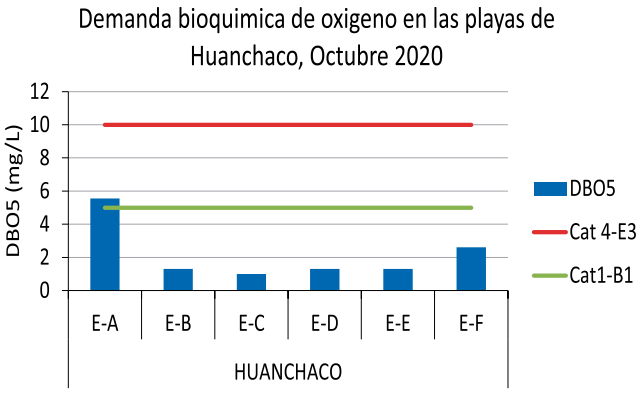


Figura 10.- Demanda bioquímica de oxígeno en superficie, playas de Huanchaco, comparado con los ECA (MINAM, 2017), octubre 2020

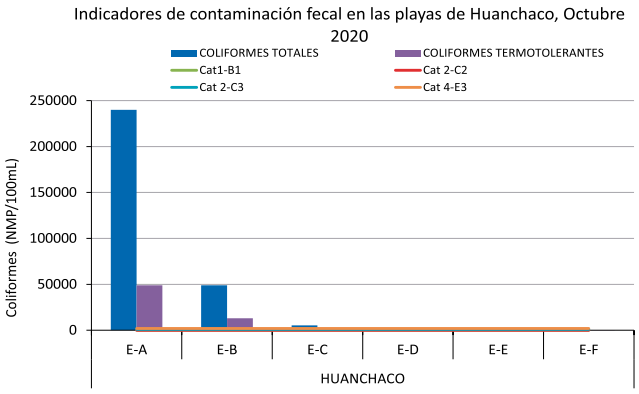


Figura 11.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie marina, playas de Huanchaco, comparado con los ECA (MINAM, 2017), octubre 2020

En relación a la carga microbiológica los coliformes totales variaron de 110 a 240000 NMP/100 mL, en tanto que, los coliformes termotolerantes fluctuaron de 7,8 a 49000 NMP/100 mL, las estaciones A, B y C sobrepasaron las Categorías 2, Subcategoría C2: Extracción cultivos y otras actividades marino costeras y continentales y, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias,

industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros y, la Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario. La demanda bioquímica de oxígeno varió de 1,00 a 5,56 mg/L, el promedio 2,18 mg/L; la estación A sobrepasó la Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario (Minam, 2017) (Figs. 10, 11).

**Materia orgánica total.** El sedimento superficial marino de la zona intermareal de Huanchaco osciló de 1,19 a 1,26%, la media fue 1,23%. El sedimento no presentó olor a sulfuros, con colores gris marrón (Munsell, 1905). La composición granulométrica predominante fue arena fina, media y guijarros; sin conchuelas partidas (Tabla 13).

## Río Moche

La temperatura superficial del mar osciló de 19,4 a 29,1 °C, la media fue 25,5 °C, el oxígeno disuelto fluctuó de 2,05 a 9,50 mg/L, la media fue 6,68 mg/L, asociado a pH de 7,40 a 8,94 unidad, los sólidos suspendidos totales estuvieron en un rango de 6,5 a 26,0 mg/L, la media fue 12,33 mg/L. El oxígeno disuelto en RM1 y potencial de hidrógeno en RM2, sobrepasaron la Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E2: Ecosistemas marinos y costeros, Ríos. y Categoría C3, Subcategoría D1: Riego de vegetales y bebidas de animales, Riego de vegetales de los ECA (Minam, 2017). Los sólidos suspendidos totales en todas las estaciones de muestreo cumplieron con la Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E2: Ríos de los ECA (Minam, 2017) (Tabla 14).

Tabla 13.- Materia orgánica total (MOT), en la intermareal de Huanchaco, octubre 2020

| Estación | Observación | MOT (%) |
|---|---|---|
| C | Arena fina, sin olor a sulfuros. Munsell: 10YR. 6/2. Ligth browish gray | 1,19 |
| D | Guijarro | --- |
| F | Arena fina-media, sin conchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: 10YR. 6/1. Gray | 1,26 |

Tabla 14.- Temperatura superficial (TS), oxígeno disuelto (OD) y potencial de hidrógeno (pH), superficie del río Moche, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

| Estación | TSM (°C) | Oxígeno (mg/L) | ECA – oxígeno disuelto | | pH (unidad) | ECA – pH (unidad) | | SST (mg/L) | ECA-SST |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C3-D1 | C4-E2 | | C3-D1 | C4-E2 | | C4-E2 |
| RM1 | 19,4 | 2,05 | ≥ 4 | ≥ 5 | 7,40 | 6,5-8,5 | 6,5-9,0 | 6,5 | ≤ 100 |
| RM2 | 29,1 | 9,50 | | | 8,94 | | | 26,0 | |
| RM3 | 28,0 | 8,50 | | | 8,27 | | | 4,5 | |

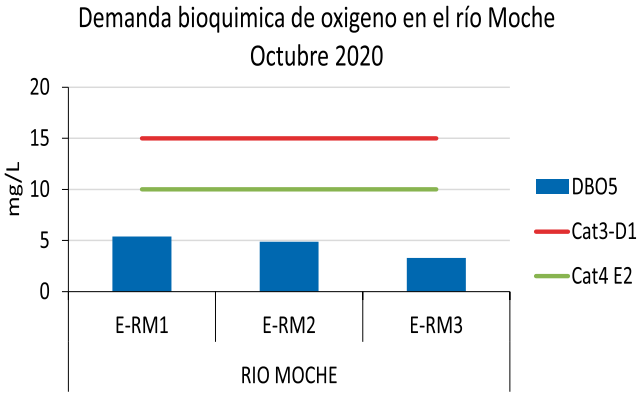


Figura 12.- Demanda bioquímica de oxígeno en superficie, río Moche, comparado con los ECA (MINAM, 2017), octubre 2020

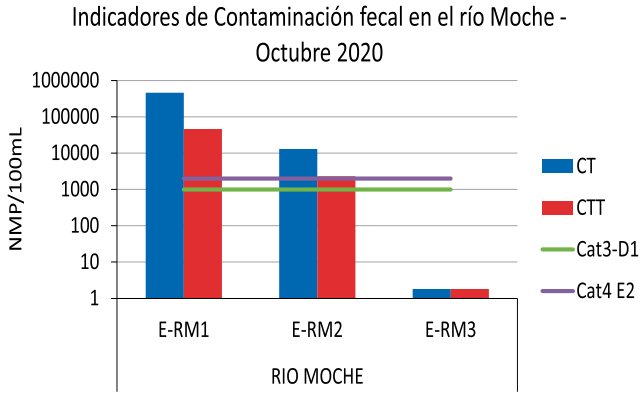


Figura 13.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie, río Moche, comparado con los ECA (MINAM, 2017), octubre 2020

En relación a la carga microbiológica los coliformes totales y termotolerantes variaron de 1,8 a 460000 NMP/100 mL, las estaciones RM1 y RM2 sobrepasaron la Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E2: Ecosistemas marinos y costeros, Ríos. y Categoría C3, Subcategoría D1: Riego de vegetales y bebidas de animales, Riego de vegetales de los ECA (Minam, 2017). La demanda bioquímica de oxígeno varió de 3,30 a 5,38 mg/L, el promedio fue 4,52 mg/L; todas las estaciones cumplieron Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E2: Ecosistemas marinos y costeros, Ríos; y Categoría C3, Subcategoría D1: Riego de vegetales y bebidas de animales, Riego de vegetales de los ECA (Minam, 2017) (Figs. 12, 13).

**Salaverry**

La temperatura superficial del mar osciló de 15,8 a 18,0 °C, media fue 16,7 °C, el oxígeno disuelto fluctuó de 8,77 a 9,26 mg/L, media fue 9,12 mg/L, asociado a un pH de 7,68 a 7,80 unidad, los sólidos suspendidos totales estuvieron en un rango de 47,0 a 105,0 mg/L, la media fue 65,3 mg/L. La temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno no sobrepasaron los ECA (Minam, 2017). Los sólidos suspendidos totales en todas las estaciones de muestreo superaron las Categorías 2, Subcategoría C2: Extracción cultivos y otras actividades marino costeras y continentales y, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros (Tablas 15, 16).

En relación a la carga microbiológica los coliformes totales variaron de 1,8 a 49 NMP/100 mL, en tanto que, los coliformes termotolerantes fluctuaron de 1,8 a 13 NMP/100 mL, todas las estaciones no sobrepasaron las Categorías 2, Subcategoría C2: Extracción, cultivos y otras actividades marino costeras y continentales y, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros y, la Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario. La demanda bioquímica de oxígeno varió de 4,74 a 5,88 mg/L, el promedio 5,37 mg/L; las estaciones A, D y E sobrepasaron la Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario (5 mg/L) (Minam, 2017) (Figs. 14, 15).

Tabla 15.- Temperatura superficial del mar (TSM) y oxígeno disuelto (OD) en superficie, playas de Salaverry, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

| Estación | TSM (°C) | Oxígeno (mg/L). | ECA – Oxígeno disuelto (mg/L) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C1-B1 | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 18,0 | 9,19 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| B | 17,6 | 8,77 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| C | 16,9 | 9,12 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| D | 16,2 | 9,26 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| E | 15,8 | 9,19 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |
| F | 15,8 | 9,19 | ≥ 5 | ≥3 | ≥ 2,5 | ≥ 4 |

Tabla 16.- Potencial de hidrógeno (pH) y Sólidos suspendidos totales (SST) en superficie marina, playas de Salaverry, comparado con los ECA (Minam, 2017), octubre 2020

| Estación | pH (unidad) | ECA- pH | | SST (mg/L) | ECA – SST | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C1-B1 | C2 y C4 | | C2-C2 | C2-C3 | C4-E3 |
| A | 7,80 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 105,0 | 60 | 70 | 30 |
| B | 7,70 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 55,5 | 60 | 70 | 30 |
| C | 7,68 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 57,5 | 60 | 70 | 30 |
| D | 7,76 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 54,0 | 60 | 70 | 30 |
| E | 7,76 | 6 – 9 | 6,8 – 8,5 | 47,0 | 60 | 70 | 30 |
| F | 7,79 | 6 - 9 | 6,8 – 8,5 | 73,0 | 60 | 70 | 30 |

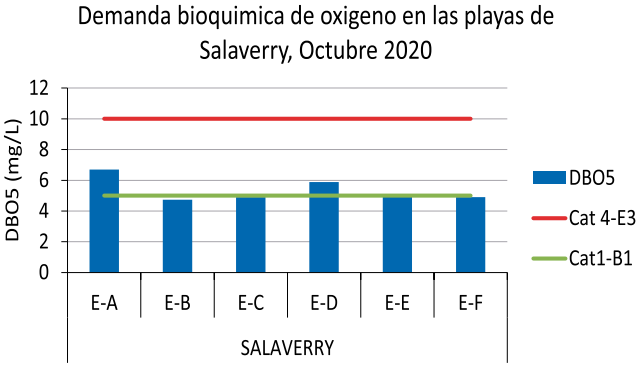


Figura 14.- Demanda bioquímica de oxígeno en superficie, playas de Salaverry, comparado con los ECA (MINAM, 2017), octubre 2020

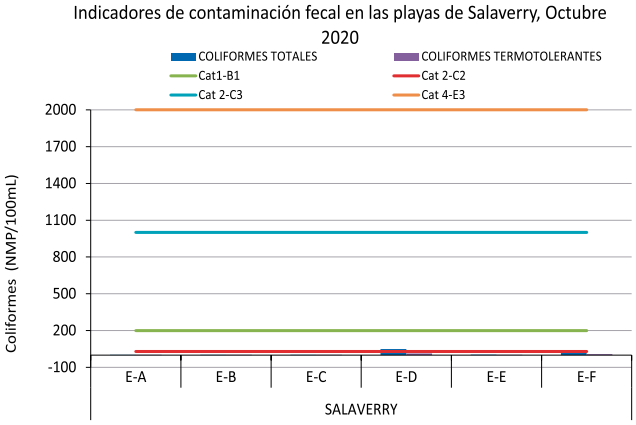


Figura 15.- Coliformes totales y termotolerantes en superficie, playas de Salaverry, comparado con los ECA (MINAM, 2017), octubre 2020

**Materia orgánica total.** El sedimento superficial marino del intermareal osciló de 0,51 a 1,56%, la media fue 1,16%. El sedimento no presentó olor a sulfuros, tuvo colores gris verdosos (Munsell, 1905). La composición granulométrica estuvo conformada por arena fina; no se observaron conchuelas partidas (Tabla 17).

## Indicadores biológicos

### Pacasmayo

Se registraron cuatro especies, distribuidas en dos clases taxonómicas. La estación con mayor abundancia fue E-B con 16 individuos. La mayor representatividad en abundancia y densidad total fue la clase Malacostraca con 127 ind/m$^2$ (73,1%); sin embargo, la dominancia por especies fue de la clase Polychaeta destacando *Leitoscolopos* sp.; no se registró especies en la estación A (Tabla 18).

### Malabrigo

Se registraron siete especies, distribuidas en cuatro grupos taxonómicos. La estación con mayor abundancia fue E-A con 56 individuos. La mayor representatividad en abundancia y densidad total fue de la clase Malacostraca *Emerita analoga* con 240 ind/m$^2$ (69,0%); y la clase mejor representada fue la Polychaeta destacando *Nepthys ferruginea*; así mismo, *Glycera* sp. fue la menos frecuente (Tabla 19).

El análisis de clúster entre estaciones y el nMDS permitió observar la formación de un grupo, con probabilidad al 40% de encontrar densidades y número de especies similares entre estaciones, así mismo las estaciones que presentaron mayor similitud fueron la E- C y E-D (Figs. 16, 17).

Tabla 17.- Materia orgánica total (MOT), en la intermareal de Salaverry, octubre 2020

| Estación | Observación | MOT (%) |
|---|---|---|
| A | Arena fina, sin conchuela, sin olor a sulfuros. Munsell: Gley 1. 5/10Y. Greenish gray | 1,13 |
| B | Arena fina sin conchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: Gley 1. 5/N. Greenish gray. | 1,40 |
| C | Arena fina sin conchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: Gley 1. 6/5GY. Greenish gray | 0,86 |
| D | Arena fina sin conchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: 5Y. 4/2. Olive gray. | 1,47 |
| E | Arena fina sin conchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: Gley 1. 5/5GY.d | 0,51 |
| F | Arena fina sin conchuelas partidas, sin olor a sulfuros. Munsell: Gley 1. 5/5GY. Greenish gray | 1,56 |

Tabla 18.- Composición de bentos intermareal, Pacasmayo, octubre 2020

| Clase/Orden | Especie | B | C | D | Total | % | Prom. Ind/0,05 | Densidad (ind./m²) | % grupos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Malacostraca | *Emerita analoga* | 16 | | 3 | 19 | 73,1 | 6,3 | 127 | 25 |
| | *Leitoscolopos* sp. | | | 5 | 5 | 19,2 | 1,7 | 33 | 75 |
| Polychaeta | *Nephthys ferruginea* | | | 1 | 1 | 3,8 | 0,3 | 7 | |
| | *Nereis* sp. | | 1 | | 1 | 3,8 | 0,3 | 7 | |
| | TOTAL | 16 | 1 | 9 | 26 | 100 | | | |

Tabla 19.- Composición de bentos intermareal Malabrigo, octubre 2020

| Clase/Orden | Especie | A | B | C | D | E | Total | % | Densidad (ind./m²) | % grupos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Malacostraca | *Emerita analoga* | 56 | 4 | | | | 60 | 69,0 | 240 | 14,3 |
| | *Glycera* sp. | | | | 4 | | 4 | 4,6 | 16 | 57,1 |
| Polychaeta | *Leitoscolopos* sp. | | 4 | | 1 | | 5 | 5,7 | 20 | |
| | Polychaeta | | | 3 | | | 3 | 3,4 | 12 | |
| | *Nephthys ferruginea* | | 1 | 2 | 3 | 1 | 7 | 8,0 | 28 | |
| Nemertea | *Nemertina* sp. | | 1 | 3 | | | 4 | 4,6 | 16 | 14,3 |
| Gastropoda | *Olivella collumellaris* | | | 3 | 1 | | 4 | 4,6 | 16 | 14,3 |
| | TOTAL | 56 | 10 | 11 | 9 | 1 | 87 | 100 | 348 | |

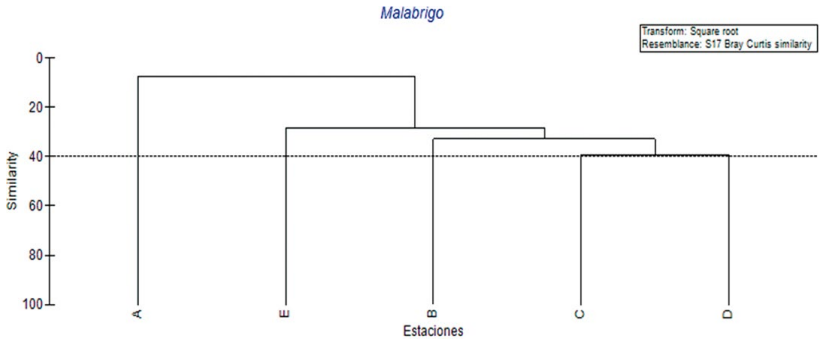


Figura 16.- Dendograma de similitud de bentos intermareal por estaciones, Malabrigo, octubre 2020

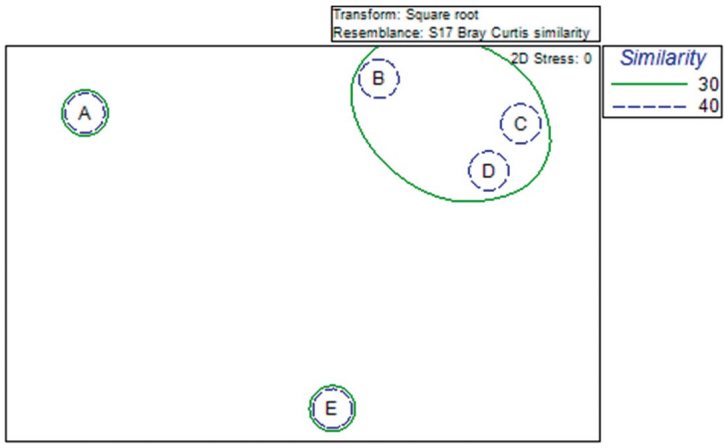


Figura 17.- MDS de bentos intermareal por estaciones en Malabrigo, octubre 2020

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad de la zona fue 1,37 bits/ind, con equidad de Pielou de 0,99 y dominancia de Simpson de 0,82; indicando presencia de especies con abundancias no equitativas y dominancia de una especie. Cabe resaltar que la diversidad entre estaciones osciló entre 0 y 1,37 bits/ind, siendo las estaciones B, C y D las de mayor diversidad (Tabla 20).

## Salaverry

Se registraron ocho especies, distribuidas en cinco grupos taxonómicos. La estación con mayor abundancia fue E-D con 16 individuos. La mayor representatividad, en abundancia y densidad total, fue de la clase Nemertea con 65 ind/m$^2$ (46,4%); la clase Polychaeta fue la que presentó mayor número de especies y *Nephtys ferruginea* fue la más representativa; así mismo, hubo varias especies que tuvieron mínima frecuencia como *Olivella columerallis* 5 ind/m$^2$ (Tabla 21).

En el análisis clúster entre estaciones y el nMDS se observó la formación de un grupo, con probabilidad mayor al 40% de encontrar densidades y número de especies similares entre estaciones; las estaciones que presentaron mayor similitud fueron E-C y E-D (60%), registrándose la presencia del grupo Poliqueto, en densidades y especies similares (Fig. 18).

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; indicando presencia de especies con abundancias poco equitativas, con dominancia de una especie. La diversidad entre estaciones osciló entre 0,83 y 1,61 bits/ind, siendo las estaciones E-B y E-C las de mayor diversidad (Tabla 22).

## Huanchaco

Se registró dos estaciones (C y F) con presencia de *Emerita analoga*, la estación F mostró mayor número de individuos (9).

Tabla 20.- Índices de la estructura comunitaria del bentos intermareal, Malabrigo, octubre 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 21.- Composición de bentos intermareal Salaverry, octubre 2020

| Clase/Orden | Especie | B | C | D | F | Total | % | Densidad (ind/m$^2$) | % grupos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Malacostraca | Ampheliscidae | 1 | | | | 1 | 3,6 | 5 | 12,5 |
| | Poliqueto | 1 | | | | 1 | 3,6 | 5 | 50 |
| Polychaeta | *Glycera* sp. | 1 | 1 | 2 | | 4 | 14,3 | 20 | |
| | *Magelona* sp. | | | | 1 | 1 | 3,6 | 5 | |
| | *Nephthys ferruginea* | | 2 | 3 | 1 | 6 | 21,4 | 30 | |
| Nemertea | Nemertina | 1 | | 11 | 1 | 13 | 46,4 | 65 | 12,5 |
| Gastropoda | *Olivella collumelaris* | | 1 | | | 1 | 3,6 | 5 | 12,5 |
| Bivalvia | *Semele corrugata* | 1 | | | | 1 | 3,6 | 5 | 12,5 |
| | Total | 5 | 4 | 16 | 3 | 28 | 100 | | |

Figura 18.- Dendograma de similitud de bentos intermareal por estaciones, Salaverry, octubre 2020

Tabla 22.- Índices de la estructura comunitaria del bento intermareal en Salaverry, octubre 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 |

## 4. DISCUSIÓN

El Comunicado Oficial N°14-2020 (ENFEN, 2020) mencionó que, las condiciones oceanográficas para el Centro Norte de Perú fueron Neutras; sin embargo, la temperatura superficial del mar en la zona intermareal varió de 16,7 °C (Salaverry) a 17,9 °C (Malabrigo), presentando anomalías positivas de +1,8 °C con respecto al Patrón térmico de Malabrigo (1925 a 2017), posiblemente relacionado con la profundidad de muestreos a los que se sumaron los procesos de mezcla con aguas residuales, escorrentías y las aguas del rio Moche.

El oxígeno disuelto superficial promedio de la zona intermareal, osciló de 8,9 a 9,5 mg/L, asociado con el potencial de hidrógeno superficial que varió de 7,75 a 7,92 unidad. El contenido de oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno de la zona intermareal, cumplió con la Categoría 1, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario; Categorías 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 Minam (2017).

En Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, los Sólidos Suspendidos Totales sobrepasaron las Categorías 2, Subcategoría C2: Extracción cultivos y otras actividades marino costeras y continentales y, Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras; Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría E3: Ecosistemas marinos y costeros (Minam, 2017).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno en la superficie marina de la intermareal presentó orden decreciente: Pacasmayo, Malabrigo, Salaverry y Huanchaco; en Pacasmayo y Malabrigo se presentaron valores que sobrepasaron la Categoría 1, subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación, contacto primario (Minam, 2017).

La zona intermareal de Pacasmayo y Huanchaco presentó contaminación fecal, los coliformes termotolerantes afectaron la calidad del agua destinada a la Recreación poblacional (Categoría 1, Sub Categoría B1), actividades de Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras (Categoría 2, Sub Categorías C2 ), Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras (Categoría 2, Sub Categoría C3); y Conservación del ambiente acuático (Categoría 4, Sub Categoría E3) de ECA (Minam, 2017).

El sedimento superficial de la zona intermareal contiene materia orgánica menor al 2,0%, sin olor a sulfuros, predominó arena fina en Salaverry, arena gruesa y canto rodado en Huanchaco y El Faro (Pacasmayo).

El río Moche presentó hipoxia y anoxia en el puente Panamericana (Estación RM2) y desembocadura (RM1), afectando la Conservación del ambiente acuático, Ríos (Categoría 4, Sub Categoría E2), la calidad del agua para el uso en Riego de vegetales y bebidas de animales, Riego de vegetales (Categoría C3, Subcategoría D1) de los ECA (Minam, 2017); respecto al material particulado, los sólidos suspendidos totales cumplieron los ECA.

El río Moche presentó contaminación fecal, las estaciones RM1 y RM2 sobrepasaron la Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, Subcategoría E2: Ecosistemas marinos y costeros, Ríos, y Categoría C3, Subcategoría D1: Riego de vegetales y bebidas de animales, Riego de vegetales de los ECA (Minam, 2017). La demanda

bioquímica de oxígeno no afecta la Conservación del Ambiente Acuático, Ecosistemas marinos y costeros, Ríos (Categoría 4 subcategoría E2); y Categoría C3, Subcategoría D1: Riego de vegetales y bebidas de animales, Riego de vegetales de los ECA.

En las investigaciones ecológicas de playas, se han priorizado los ambientes expuestos al océano (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 zoológico 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 en Bahía de La Paz reportaron a los 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

En la intermareal de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry la temperatura superficial del mar presentó anomalías positivas, en relación con el patrón histórico de puerto Malabrigo, asociadas con la profundidad, procesos de mezcla con aguas residuales, escorrentías y rio Moche; no obstante, las condiciones oceanográficas para el Centro Norte de Perú fueron Neutras, imperando las aguas costeras frías (acf).

La zona intermareal de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry con respecto al oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno, presentaron condiciones propicias para Actividades de Recreación Poblacional, Cultivo y Extracción de peces y algas comestibles, y Conservación del Ambiente Acuático, Ecosistemas Costeros y Marinos (Minam, 2017).

La intermareal de Pacasmayo y Huanchaco presentaron contaminación por materiales orgánicos y microbiológico (fecal), afectando la Recreación Poblacional, Cultivo y Extracción de peces y algas comestibles, así como, la Conservación del Ambiente Acuático, Ecosistemas Costeros y Marinos (Minam, 2017).

El sedimento de la intermareal de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, no evidenció contaminación por materiales orgánicos; no obstante, se halló contaminación por desechos plásticos principalmente en las zonas de los muelles, balnearios y confluencias de las aguas del río Moche y colectores de aguas residuales.

Las aguas de la cuenca baja del río Moche fueron afectadas por las descargas de aguas antropogénicas, se halló hipoxia y contaminación fecal, que impactaron negativamente en la Conservación del Ambiente Acuático, asimismo, no deben ser empleadas para el uso de Riego de vegetales.

Las playas de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry presentaron pocos organismos y especies, condición relacionada con la morfología de la costa (zonas expuestas), predominio de arena gruesa y partículas de conchuela, que afectaron la diversidad de especies bentónicas. Además, las playas de Huanchaco y Pacasmayo presentaron contaminación por material orgánico y microbiológico (fecal), así mismo, estas playas presentaron a *Emerita analoga* (muy muy), como única especie registrada para Huanchaco, mientras que, fue la predominante en Pacasmayo.

## 6. REFERENCIAS


Alfaro Mudarra, S., Rebaza Castillo, V., De Lucio Burga, L., Salcedo Rodríguez, J. & Vásquez Ruiz, C. (2016). Evaluación de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales, Región La Libertad-Perú, 2012. *Inf Inst Mar Perú*, *43*(1), 68-93. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3069

Alfaro Mudarra, S., Rebaza Castillo, V., De Lucio Burga, L., Vásquez Ruiz, C. & Campos Rivas, M. (2017). Caracterización de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales y áreas de pesca artesanal. Región La Libertad, Perú. Junio 2014. *Inf Inst Mar Perú*, *44*(1), 105-148. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3160

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

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

Castillo, G., Fernández, J., Medina, A. & Guevara-Carrasco, R. (2018). Tercera encuesta estructural de la pesquería artesanal en el litoral peruano. Resultados generales. *Inf Inst Mar Perú*, *45*(3), 299-388. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3300

Clesceri, L. S., Eaton, A. D. & Greenberg, A. E. (Eds.). (1999). *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]. (2020). *Estado de sistema de alerta: Alerta de La Niña Costera* (Comunicado Oficial ENFEN N° 14-2020). Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. https://hdl.handle.net/20.500.12958/8644

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

De Lucio, L., Solano, A., Rebaza, V., Alfaro, S., Tresierra, A. & Campos, S. (2013). La Pesca artesanal marina en la Región La Libertad, Perú. *Inf Inst Mar Perú*, *40*(1-2), 31-134. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2222

Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM. (2017). *Por el cual aprueban los Estándares Nacionales de Calidad (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Ministerio del Ambiente. 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

Guillén, O., Asthu, V. & Aquino, R. (1980). Contaminación marina en el Perú. *Inf. Inst. Mar Perú*, (77), 1-70. https://hdl.handle.net/20.500.12958/300

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

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

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

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

MunsellNonell, A. H. (1905). *A Color Notation.* G. H. Ellis Company.

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

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