

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

# INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 46, Número 4



Octubre - Diciembre 2019  
Callao, Perú



# AMBIENTE MARINO COSTERO DE LA LIBERTAD, PERÚ EN JUNIO 2016

## COASTAL MARINE ENVIRONMENT OF LA LIBERTAD, PERU, JUNE 2016

Víctor Rebaza Castillo<sup>1</sup>

Santos Alfaro Mudarra

### RESUMEN

REBAZA V, ALFARO S. 2019. *Ambiente marino costero de La Libertad, Perú en junio 2016*. *Inf Inst Mar Perú*. 46(4): 517-556.- En la Región La Libertad, en junio 2016, se monitoreó la calidad del ambiente marino costero de Pacasmayo, Malabrigo y Huanchaco-Salaverry, abarcando la zona submareal, intermareal y los ríos Jequetepeque, Moche y Virú (Puerto Morín). Se midieron parámetros físicos y químicos, nutrientes y trazas de metales pesados en sedimento y análisis biológicos. El monitoreo se desarrolló en condiciones oceanográficas neutras. Prevalcieron las Aguas Costeras Frías (ACF) con rezagos de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), así como, aguas de origen continental en la zona intermareal. La calidad del ambiente marino costero en orden decreciente fue Pacasmayo, Malabrigo y Huanchaco-Salaverry; mayor población y desarrollo económico-social reflejaron altas concentraciones de agentes contaminantes físicos, químicos y biológicos. El contenido de metales ecotóxicos que se encontraron en sedimentos superficiales marinos en orden decreciente fueron zinc > plomo > cadmio > mercurio. Los promedios fueron 100,64; 20,83; 1,92 y 0,09 mg/kg, respectivamente. Excepto por el mercurio, las tres zonas presentaron un incremento, entre 12 y 25% con respecto a diciembre 2015. En Huanchaco-Salaverry las concentraciones de los cuatro metales ecotóxicos, de acuerdo con las categorías ISQG y PEL de la Norma de Canadá, indicaron efectos biológicos adversos ocasionales.

PALABRAS CLAVE: agentes contaminantes, metales ecotóxicos

### ABSTRACT

REBAZA V, ALFARO S. 2019. *Coastal marine environment of La Libertad, Peru, June 2016*. *Inf Inst Mar Peru*. 46 (4): 517-556.- In June 2016, the quality of the coastal marine environment of Pacasmayo, Malabrigo, and Huanchaco-Salaverry, in the La Libertad Region, was monitored by covering the subtidal and intertidal zones and the Jequetepeque, Moche, and Virú Rivers (Puerto Morín). Physical and chemical parameters, nutrients and traces of heavy metals were measured in sediment and biological analysis. Monitoring was carried out under neutral oceanographic conditions. Cold Coastal Waters (CCW) predominated with Surface Subtropical Waters (SSW), as well as waters of continental origin in the intertidal zone. The quality of the coastal marine environment in decreasing order was Pacasmayo, Malabrigo, and Huanchaco-Salaverry; greater population and economic-social development reflected high concentrations of physical, chemical, and biological pollutants. The content of ecotoxic metals found in marine surface sediments in decreasing order were zinc > lead > cadmium > mercury. The averages were 100.64, 20.83, 1.92, and 0.09 mg/kg, respectively. Aside from mercury, all three zones showed an increase, between 12 and 25% as compared to December 2015. In Huanchaco-Salaverry the concentrations of the four ecotoxic metals, according to the ISQG and PEL categories of the Canadian Standard, indicated occasional adverse biological effects.

KEYWORDS: pollutants, ecotoxic metals

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el Perú incrementó significativamente sus actividades socio-económicas, consecuentemente generó un aumento de los agentes contaminantes que ocasionan perturbación ambiental. Esta situación se acentúa en la zona marina costera, porque se descargan al mar, sin ningún tratamiento previo, las aguas de los ríos, aguas residuales domésticas e industriales, escorrentía agrícola y material orgánico e inorgánico proveniente de actividades como la pesca y la recreación, entre otras.

La zona marina costera de Malabrigo, es considerada como una de las principales áreas de afloramiento marino del Perú, por tal motivo genera un gran impacto en la pirámide trófica, que se refleja en la intensa actividad de pesca artesanal e industrial. En la zona se instalan alrededor de 10 plantas pesqueras, productoras de harina y aceite, cuya materia prima es fundamentalmente la anchoveta. Estas actividades generan aguas residuales que contienen aceites y grasas, sólidos suspendidos totales y productos químicos empleados en el proceso de producción y limpieza de la planta.

<sup>1</sup> IMARPE, Laboratorio Costero Huanchaco, Av. La Rivera 805, Trujillo. vrebaza@imarpe.gob.pe

En la zona marino costera de la provincia de Trujillo, conformada por los distritos de Salaverry y Huanchaco, se presenta, en Salaverry, una intensa actividad portuaria con embarcaciones de pequeño y gran calado, que contaminan aún más el medio acuático; en tanto que en Huanchaco, descargan las aguas del río Moche y las aguas servidas del distrito de Trujillo. Estas aguas reciben agentes contaminantes físicos, químicos y biológicos de actividades mineras, agrícolas, urbanas y productivas que son vertidas al mar sin tratamiento previo adecuado.

Asimismo, varias zonas costeras de La Libertad, tienen gran demanda turística, lo que conlleva a mayor utilización de playas para una recreación saludable, obligando a las entidades públicas y privadas a preservar la salud del ecosistema, de lo contrario se corre el riesgo de afectar la salud de las personas que las utilizan y además alterar la calidad de los productos que extraen los pescadores artesanales de esas zonas.

La biodisponibilidad de metales en los sedimentos tiene una acción directa sobre algunas especies acuáticas, muchas de las cuales acumulan altas concentraciones con efectos crónicos en sus poblaciones. Un ejemplo lo constituye el Río Tuy (perteneciente a la cuenca nororiental de Venezuela), un sistema altamente contaminado que ha creado fuertes impactos “en los valles de Caracas, del Tuy y la zona de Barlovento, Estado de Miranda”) debido a las descargas que recibe de los efluentes de tipo doméstico, industrial y agropecuario (RAMÍREZ y BIFANO 1982). “Los metales trazas presentan concentraciones relativamente elevadas de sedimentos superficiales de las zonas costeras alteradas por el hombre y guardan una relación entre su concentración, el tamaño de las partículas y la cantidad de materia orgánica sedimentaria, alterando el equilibrio ecológico y biogeoquímico del ecosistema” (SADIQ 1992). En tal sentido, la determinación de metales en los sedimentos es importante para descartar la toxicidad y manejar los impactos que pueden producir en la biota marina y en la salud de los consumidores a lo largo de las cadenas tróficas.

En tal sentido, el Laboratorio Costero Huanchaco de IMARPE, en coordinación con las Direcciones Generales de Investigaciones en Acuicultura y de 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 de esta área de interés, con el propósito de obtener información actualizada sobre los niveles de contaminación, a fin de sugerir a las autoridades pertinentes las medidas de acción para evitar que continúe el deterioro del ecosistema marino costero en La Libertad.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

**Área de estudio.-** El área de estudio está determinada por las latitudes 7°09'53,7''S a 8°58'50,4''S, comprendiendo las zonas marino costeras de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco-Salaverry y Puerto Morín en La Libertad (Fig. 1). Puerto Morín, también conocida como Guañape es una caleta de pescadores ubicada en la provincia de Virú a 50 km al sur de Trujillo, constituye el principal punto de partida para las islas Guañape. El área de estudio comprendió la zona intermareal (A, B, C, D y F) y cuenca baja del río Virú (RV1, RV2 y RV3) con cinco y tres estaciones, respectivamente (Fig. 2).

Huanchaco es el principal balneario turístico de la Región La Libertad y uno de los principales del país, ubicado a 15 km al noroeste de la ciudad de Trujillo. Es una caleta de pescadores artesanales donde se desarrolla la pesca tradicional en caballito de totora, así como diversos deportes de playa, principalmente el surf.

Salaverry es el puerto de mayor importancia económica y comercial de la Región La Libertad, puerto de atraque directo de embarcaciones marítimas nacionales e internacionales, ubicada a 14 km al sur de la ciudad de Trujillo.

En el área Huanchaco-Salaverry se establecieron doce estaciones hidrográficas: submareal (1-12) e intermareal (A-G) y cuatro en el río Moche (RM1, RM2, RM3 y RM4) (Fig. 3).

Puerto Malabrigo ubicado en la provincia de Paiján, es conocido mundialmente por su extensa playa y famosa ola, recibe la visita de turistas nacionales y extranjeros. La principal actividad socio económica es la pesca artesanal e industrial; en el litoral industrial operan plantas pesqueras productoras de harina y aceite de pescado.

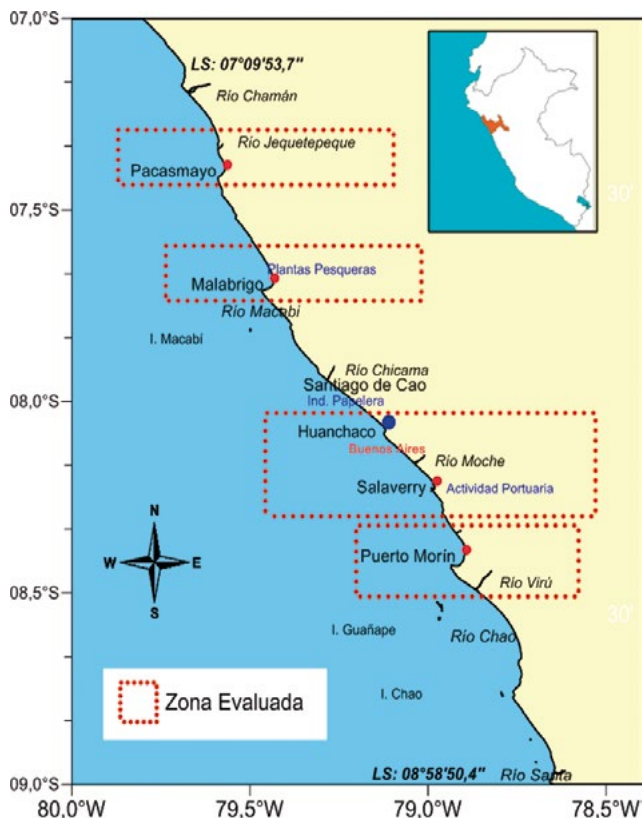


Figura 1.- Zonas de estudio. Evaluación de Calidad del Ambiente en el Litoral Marino Costero de la Región La Libertad, junio 2016



Figura 2.- Carta de posición de las estaciones de muestreo. Puerto Morín, junio 2016

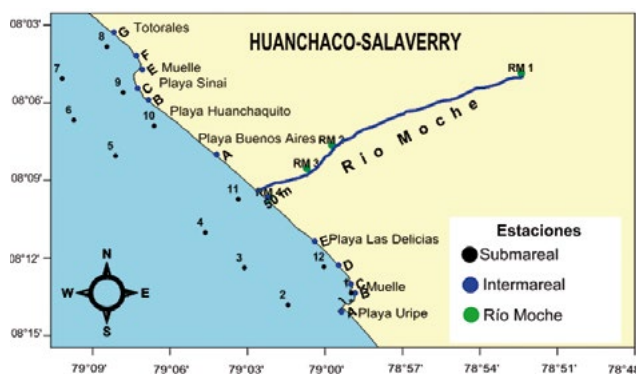


Figura 3.- Carta de posición de las estaciones de muestreo. Huanchaco-Salaverry, junio 2016

Se establecieron diez y cuatro estaciones de muestreo en la submareal (1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 y 12) e intermareal (A, B, C y D) (Fig. 4). En la provincia de Pacasmayo se ubica Puerto Pacasmayo, su población desarrolla pesquería, agricultura, turismo e industria cementera, como las principales actividades socioeconómicas. Se establecieron ocho, seis y tres estaciones de muestreo en las zonas submareal (1, 2, 3, 6, 7, 8, 9 y 10), intermareal (A, B, C, D, E y F) y cuenca baja del río Jequetepeque (RJ1, RJ2 y RJ3) (Fig. 5).

### Muestreo de campo

**Muestreo por mar.-** En la zona sub mareal se establecieron 30 estaciones de muestreo, distribuidas de la siguiente manera: ocho frente a Pacasmayo, diez a Malabrigo y doce a Huanchaco-Salaverry.

En cada nivel se midió la temperatura con un termómetro de mercurio, resolución 0,1 °C. La transparencia se midió con un disco Secchi. Se midió el oxígeno disuelto y pH a bordo, se recolectaron muestras para salinidad, nutrientes, sólidos suspendidos totales, aceites y grasa,

demanda bioquímica de oxígeno y coliformes; las muestras de superficie se obtuvieron con un balde de plástico de 10 litros y las de fondo con una botella Niskin de 5 litros de capacidad.

Las muestras de sedimentos para determinar materia orgánica total y macrobentos se recolectaron con una draga van Veen y preservaron a bordo con hielo, a excepción de las muestras destinadas a la determinación de oxígeno y salinidad.

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 cinco minutos a tres nudos de velocidad; se fijaron con formalina al 10%.

**Muestreo por la línea de playa y ribera de ríos.-** En la zona intermareal se establecieron 37 estaciones de muestreo, en Pacasmayo 6, en Malabrigo 4, Huanchaco-Salaverry 12 y Puerto Morín 5; mientras que, en los ríos Jequetepeque y Virú se ubicaron 3 estaciones en cada uno y en el río Moche 4.

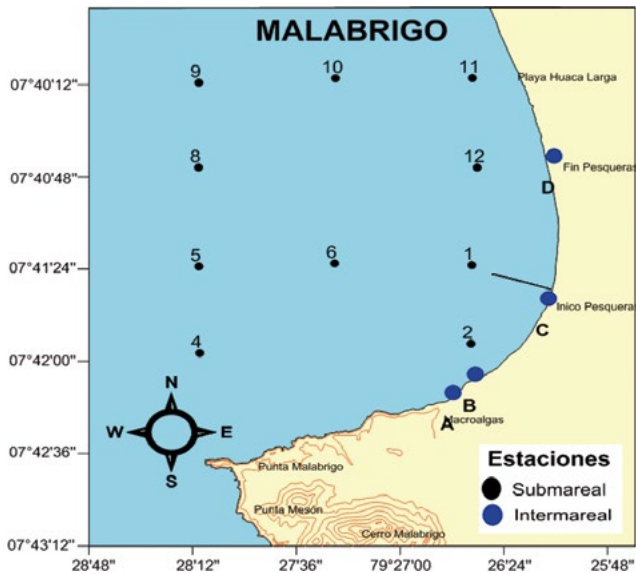


Figura 4.- Carta de posición de las estaciones de muestreo. Malabrigo, junio 2016

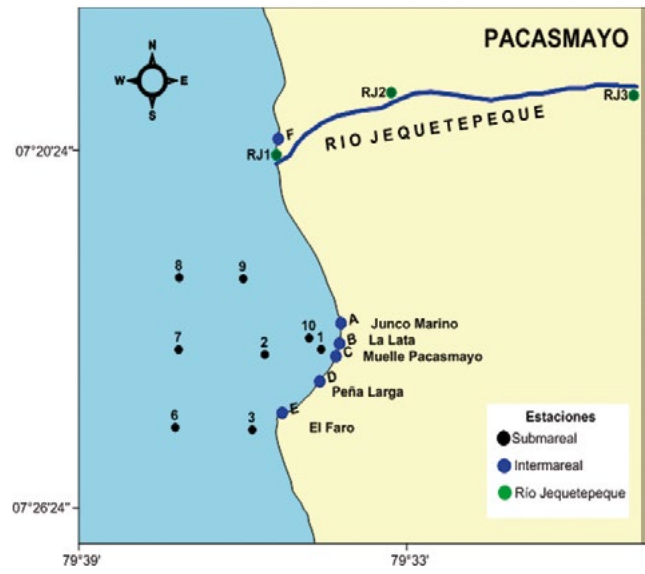


Figura 5.- Carta de posición de las estaciones de muestreo. Pacasmayo, junio 2016

Los métodos de análisis utilizados fueron:

Método titulométrico de Winkler modificado por CARRIT & CARPENTER (1966) para determinación de oxígeno disuelto.

Método colorimétrico de STRICKLAND & PARSONS (1972) para nutrientes.

Método potenciométrico por medio del Termo Orión 3 para el potencial de hidronio.

Método gravimétrico para determinación de aceites y grasas de la *Environment water resources Service* (1976).

Método de inducción usando el Portasal Guildline 8410A, para salinidad.

Se siguió al Apha-Awwa-Wef, Apha-Awwa-Wef SN, y Apha-Awwa-Wpcf (1999) para la determinación de sólidos suspendidos, determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), el Número Más Probable.

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 desarrollaron según DEAN (1974).

El análisis granulométrico se efectuó mediante un juego de seis tamices marca RsETSCH GmbH.

Los tamaños de malla fueron 2; 1; 0,50; 0,250; 0,125 y 0,063 mm.

### Cálculo del volumen de plancton

Con una pipeta Pasteur se extrajo el sobrenadante de la muestra a otros frascos, cuidando de no contaminar las muestras. La muestra sin sobrenadante se colocó en tubos de 15 mL, centrifugándose durante 5 minutos a 2400 RPM. Luego, se registró la lectura de la muestra centrifugada para determinar su volumen en mL. Cada muestra se homogenizó y vertió en frascos de 80 y/o 30 mL (de acuerdo al volumen) para su posterior análisis. Los resultados se expresaron en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (mL/m<sup>3</sup>) y se calcularon de acuerdo a la fórmula:

Donde:

$$V = \frac{VC}{K} (mL/m^3)$$

Vc = volumen centrifugado

K = constante que indica el volumen total de agua filtrada.

Para calcular la constante, se utilizó la fórmula del volumen del cilindro:

$$V = \pi r^2 h$$

r = radio de la boca de la red estándar

h = distancia recorrida por la red

## Fitoplancton

### Análisis cualitativo y semicuantitativo.-

Previamente, se realizó una visualización de la muestra antes de iniciar el recuento, con la finalidad de confeccionar una lista de los taxa en la muestra y tener una idea general de la densidad de organismos. El objetivo principal de este análisis es proporcionar una visión general de la composición de fitoplancton ayudando a determinar la estrategia de conteo antes de realizar el análisis semicuantitativo. También puede aparecer información adicional relevante, como el estado y circunstancias de la muestra, por ejemplo, si las colonias se desintegran en el proceso de conservación.

De la muestra homogenizada, se toma una submuestra de 3 mL, aproximadamente 40 gotas con pipeta Pasteur, y se coloca en una placa petri. Se lleva al microscopio para su lectura e identificación con un aumento de 20X. Este proceso se repite 3 veces para llegar a determinar la totalidad de las especies presentes. Se anotan todas las especies identificadas elaborando un listado de acuerdo a la escala de la abundancia relativa.

4: Muy abundante (mayor de 20 cel/c)

3: Abundante (entre 11 y 20 cel/c)

2: Escaso (entre 4 y 10 cel/c)

1: Presente (entre 1 y 3 cel/c)

0: Ausente

cel/c = células por campo

Las especies de difícil determinación se separan para un previo tratamiento de limpieza. Separación de placas, para ser observadas en el microscopio con aumentos de 40X o 100X. Se reportan los resultados en el formato semicuantitativo de fitoplancton, en el cual se registra la ocurrencia y abundancia relativa de las especies.

## Zooplancton

En el análisis de las muestras se determinó la biomasa del zooplancton y el análisis taxonómico básico, es decir, la estimación de la abundancia del zooplancton total y los diferentes grupos

taxonómicos. Las mediciones de la biomasa fueron realizadas por el método de volumen desplazado. El análisis de la composición y conteo de los taxa del zooplancton se realizó en una fracción de cada muestra, debido a la cantidad de material biológico recolectado, con la ayuda de un estereoscopio y un microscopio compuesto. Las mediciones de los volúmenes del zooplancton y la abundancia fueron estandarizadas a 100 m<sup>3</sup>.

Los resultados de los parámetros de calidad acuática fueron analizados aplicando la Modificatoria de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (MINAM 2015).

Los resultados de materia orgánica total y granulometría fueron analizados de acuerdo a la Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para la Actividad de Consumo Humano Indirecto Harina y Aceite de Pescado (MINPRO 2008).

En sedimento marino, las trazas de metales se determinaron con el método EPA 200.8: REV 5.4 (1994). Debido a la ausencia de estándares nacionales, se eligió a los Niveles Guías vigentes en Canadá (CCME 1999, 2002). Este estándar determina los valores ISQG (*Interim Sediment Quality Guideline*), Valor guía interino de la calidad de sedimento: concentración por debajo de la cual no se esperan efectos biológicos adversos y PEL (*Probable Effect Level*) Nivel de efecto probable: concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

## 3. RESULTADOS

### Aspectos oceanográficos y calidad marina

#### PUERTO MORÍN

##### Intermareal

En la Tabla 1 se resumen los resultados encontrados en la zona intermareal cercana a la desembocadura del río Virú (Estación F), en la que se alcanzaron valores máximos de temperatura, oxígeno y pH, asociado con la concentración mínima de salinidad (13,31 UPS), mientras que la hipoxia (2,85 mg/L) se registró en el lado derecho del Muelle Artesanal (Estación C) lugar en el que se registró el máximo valor (2,05%) de materia orgánica total.

Tabla 1.- Concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la zona intermareal de Puerto Morín, junio 2016

| Puerto Morín                          | Mínima | Estación | Máxima  | Estación | Promedio |
|---------------------------------------|--------|----------|---------|----------|----------|
| Temperatura (°C)                      | 18,20  | A        | 22,30   | F        | 19,40    |
| Salinidad (UPS)                       | 13,31  | F        | 35,29   | B        | 30,74    |
| Oxígeno (mg/L)                        | 2,85   | C        | 6,30    | F        | 5,43     |
| Potencial de Hidronio                 | 8,07   | B        | 8,21    | F        | 8,01     |
| Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)    | 39,50  | B        | 48,50   | C        | 43,70    |
| Aceites y Grasas (mg/L)               | 0,50   | A        | 1,40    | C        | 0,95     |
| Materia Orgánica Total (%)            | 0,22   | F        | 2,05    | C        | 1,47     |
| Fosfatos (mg/L)                       | 0,25   | F        | 0,47    | C        | 0,33     |
| Silicatos (mg/L)                      | 1,48   | A        | 11,52   | F        | 3,69     |
| Nitrato (mg/L)                        | 0,78   | B y C    | 3,74    | F        | 1,53     |
| Nitrito (mg/L)                        | 0,05   | F        | 0,09    | B y C    | 0,07     |
| Coliformes totales (NMP/100 mL)       | 23,00  | A,C y D  | 3300,00 | F        | 842,25   |
| Coliformes termotolerantes NMP/100 mL | 23,00  | A,C y D  | 200,00  | F        | 67,25    |

Tabla 2.- Análisis semicuantitativo de fitoplancton en la zona intermareal de Puerto Morín, Junio 2016

| Estación                          | E-A | E-B | E-C |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|
| <b>DIATOMEAS</b>                  |     |     |     |
| <i>Asterionellopsis glacialis</i> | 0   | 1   | 0   |
| <i>Coccinodiscus centralis</i>    | 2   | 1   | 1   |
| <i>Coccinodiscus gigas</i>        | 1   | 0   | 0   |
| <i>Chaetoceros curvisetus</i>     | 0   | 1   | 0   |
| <i>Chaetoceros lorenzianus</i>    | 0   | 1   | 0   |
| <i>Ditylum brightwellii</i>       | 1   | 0   | 0   |
| <i>Lithodesmium undulatum</i>     | 0   | 0   | 0   |
| <i>Skeletonema costatum</i>       | 1   | 2   | 0   |
| <i>Thalassiosira rotula</i>       | 1   | 0   | 0   |
| <b>DINOFLAGELADOS</b>             |     |     |     |
| <i>Protoperidinium conicum</i>    | 0   | 0   | 1   |
| <i>Protoperidinium depressum</i>  | 0   | 1   | 1   |

Leyenda: Ausente: 0, Presente: 1, Escaso: 2, Abundante: 3, Muy abundante: 4

### Fitoplancton

Se identificaron 11 especies (nueve diatomeas, dos dinoflagelados) cuyos valores variaron de 1 a 2 según la escala semi cuantitativa (Tabla 2).

### Sedimento

**Materia orgánica total (MOT).**- Su contenido en la superficie del sedimento varió de 0,22 a 2,05%, promedio 1,47%. En la estación C se encontró el valor más alto (Tabla 3).

**Granulometría.**- En las playas el sedimento superficial estuvo conformado desde arena gruesa hasta limo, siendo el tipo arena fina el

Tabla 3.- Descripción y % materia orgánica total en el sedimento superficial marino de la zona intermareal de Puerto Morín, junio 2016

| Est. | Descripción de la muestra  | % MOT |
|------|--|-------|
| A    | Arena gruesa con conchuela partida. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: 2,5Y 5/1 Gray (Gris) | 1,39  |
| B    | Arena fina con piedritas. Sin olor sulfuro<br>Munsell: 5Y 6/1 gray (Gris).               | 1,88  |
| C    | Arena fina con conchuelas partidas. Sin olor a sulfuros.<br>Munsell: 5Y 6/1 Gray (Gris)  | 2,05  |
| D    | Arena fina. Sin olor sulfuro.<br>Munsell: 10YR 5/1 gray (Gris).                          | 1,83  |
| F    | Arena fina con Piedritas. Sin olor a sulfuros.<br>Munsell: 2,5Y 2,5/1 negro.             | 0,22  |

Colores comparados con los establecidos en la escala de Munsell (2009)

predominante, con porcentajes que variaron entre 30 y 76,5%. En la estación de muestreo cercana a la desembocadura del río Virú, la arena media prevaleció en 60,0% (Fig. 6).

### Cuenca baja del río Virú

En la estación RV3, 18 km aguas arriba de la desembocadura del río Virú, se registraron las máximas concentraciones de oxígeno, pH, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno y mínima de temperatura. Los coliformes termotolerantes superaron 2000 NMP/100 mL, sobrepasando la norma vigente (Tabla 4).

Tabla 4.- Concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la cuenca baja del río Virú (RV), junio 2016

| Puerto Morín, Río Virú/Parámetros     | Mínima  | Estación    | Máxima   | Estación    | Promedio |
|---------------------------------------|---------|-------------|----------|-------------|----------|
| Temperatura (°C)                      | 20,90   | RV3         | 23,60    | RV2         | 22,20    |
| Oxígeno (mg/L)                        | 6,20    | RV2         | 7,20     | RV3         | 6,63     |
| Potencial de Hidronio                 | 7,60    | RV2         | 8,20     | RV1         | 8,00     |
| Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)    | 3,00    | RV2         | 9,50     | RV3         | 5,50     |
| Fosfatos (mg/L)                       | 0,21    | RV2         | 0,22     | RV1, RV3    | 0,22     |
| Silicatos (mg/L)                      | 6,01    | RV3         | 9,80     | RV2         | 7,56     |
| Nitrato (mg/L)                        | 2,32    | RV3         | 4,42     | RV2         | 2,32     |
| Nitrito (mg/L)                        | 0,04    | RV2         | 0,05     | RV1, RV3    | 0,05     |
| Coliformes Totales (NMP/100 mL)       | 6300,00 | RV1 y RV2   | 17000,00 | RV3         | 13433,33 |
| Coliformes termotolerantes NMP/100 mL | 2300,00 | RV1,RV2,RV3 | 2 300,00 | RV1,RV2,RV3 | 2 300,00 |

## HUANCHACO-SALAVERRY

### Submareal

**Corrientes marinas.-** En la superficie marina, a 400 m al oeste de la costa y 0,5 mn al norte del último molón de Salaverry se registró la velocidad mínima (2,1 cm/s), con proyección hacia el este; mientras que, valores máximos frente a Huanchaco variaron de >30,0 a <34,0 m/s, el promedio fue 21,3 cm/s. A un metro del fondo, los flujos presentaron similar dirección; sin embargo, las velocidades disminuyeron con un rango entre 2 y 25,3 cm/s, promedio en 16,3 cm/s. Los flujos obedecieron a la configuración de costa, alcanzando niveles fuertes de velocidad para ambos niveles de profundidad (Fig. 7).

### PUERTO MORIN

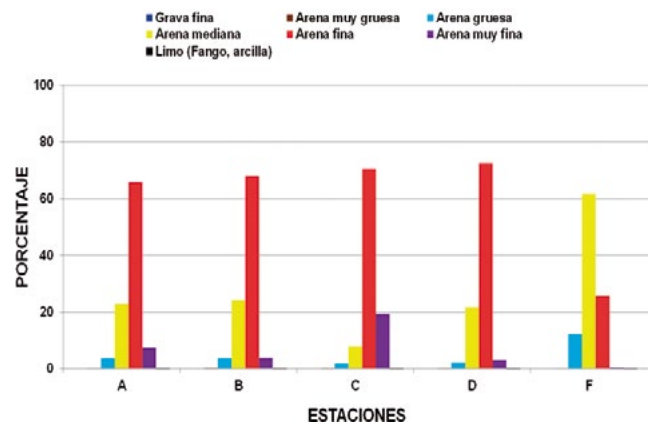


Figura 6.- Composición granulométrica del sedimento superficial marino, Puerto Morín, junio 2016

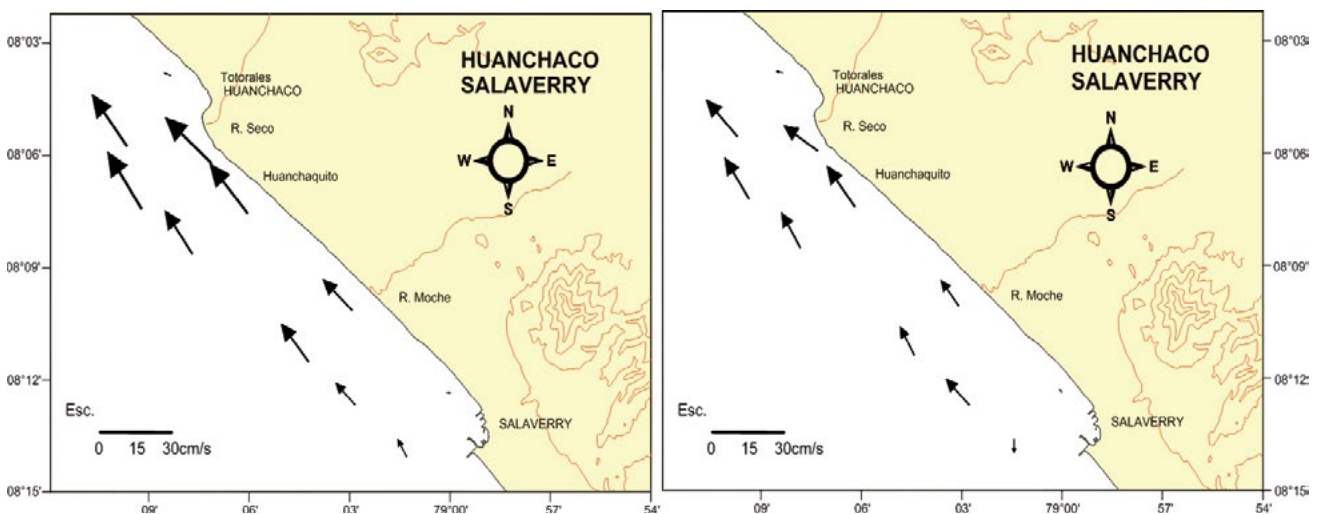


Figura 7.- Distribución de las corrientes marinas en niveles superficial y sub superficial, Salaverry, junio 2016



**Temperatura.-** En superficie registró valores de 16,4 a 18,2 °C, promedio en 17,3 °C, originando las isotermas de 17,0 a 18,0 °C, que aumentó conforme se acercó hacia el Nor-Oeste. A un metro del fondo, los valores mínimos se distribuyeron entre Salaverry y río Moche, isoterma de 16,5. En tanto que en gran parte del área evaluada prevalecieron valores entre 16,5 y 17,0 °C. Los valores máximos de 17,1 °C, se ubicaron en el borde costero entre Huanchaquito y río Seco. La temperatura promedio fue 16,6 °C (Fig. 8).

**Salinidad.-** En superficie varió de 35,09 a 35,94 UPS, promedio 35,24 UPS, ascendiendo conforme se aproximó a la costa entre Huanchaquito y Huanchaco, con isohalinas entre 35,00 y 35,80 UPS. A un metro del fondo, se observaron concentraciones superiores a 35,10 UPS, presentando dos núcleos, 35,09 y 35,1 UPS, frente a las desembocaduras de los ríos Seco y Moche, respectivamente (Fig. 9). La concentración salina promedio fue 35,08 UPS. En toda la zona evaluada predominaron salinidades características de Aguas Superficiales Subtropicales (ASS).

**Transparencia.-** La penetración de luz presentó valores decrecientes hacia el borde costero, isolíneas de 3 y 8 m. Frente al río Moche se halló un núcleo de 3 m a más 3 mn de la línea de orilla, donde se registraron también transparencias de 5 a más de 8 m (Fig. 10).

**Fitoplancton.-** Se identificaron 32 especies (1 Chrysophyta, 24 diatomeas y 7 dinoflagelados); las diatomeas presentaron especies con mayor número de células, con valores que variaron de 1 a 4 según la escala semi cuantitativa. Las especies identificadas se presentan en la Tabla 5.

**Zooplancton.-** En el área de Salaverry se encontró variedad de zooplanctones de los grupos Copepoda (97,3%), Bivalvia (1,0%), y Actinopterygii (0,7%). Las especies dominantes fueron *Calanus* sp. (54,8%), *Oithona nana* (28,1%) y *Oncaea venusta* (13,4%). Otras especies como *Oikopleura* sp., *Engraulis* sp. (huevos y larvas) y *Mytilus* sp., estuvieron presentes en casi todas las muestras (Tabla 6).

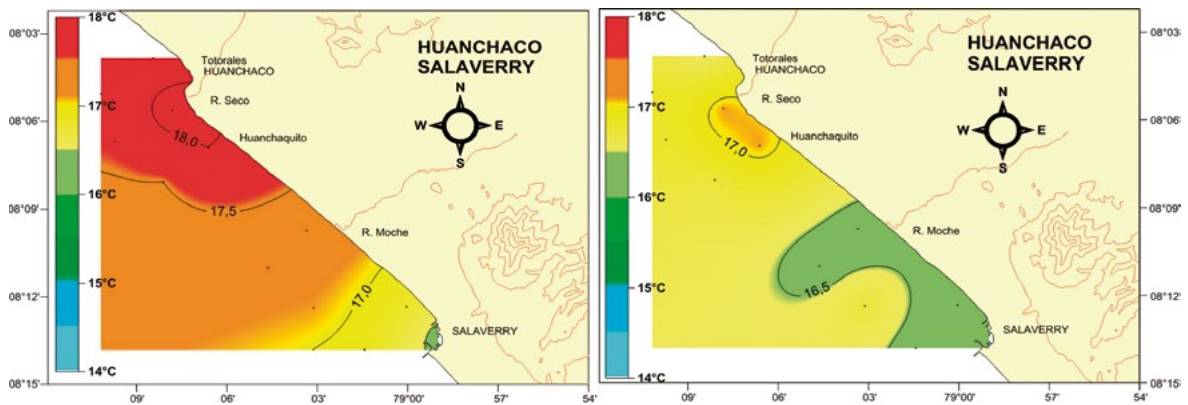


Figura 8.- Distribución de la temperatura en niveles superficial y sub superficial. Huanchaco - Salaverry, junio 2016



Figura 9.- Distribución de la salinidad en niveles superficial y sub superficial, Huanchaco-Salaverry, junio 2016

Figura 10.- Distribución de transparencia, Huanchaco-Salaverry, junio 2016

Tabla 5.- Análisis semicuantitativo de fitoplancton en superficie, frente a Huanchaco-Salaverry, junio 2016

| Estación                            | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-11 | E-12 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| CHRYSOPHYTA                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
| <i>Dictyocha fibula</i>             | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| DIATOMEAS                           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
| <i>Amphiprora</i> sp.               | 0   | 0   | 1   | 2   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Coscinodiscus centralis</i>      | 3   | 4   | 4   | 3   | 4   | 4   | 4   | 4   | 2   | 3    | 4    | 3    |
| <i>Coscinodiscus gigas</i>          | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Coscinodiscus granii</i>         | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Chaetoceros affinis</i>          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 1    | 0    |
| <i>Chaetoceros curvisetus</i>       | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Chaetoceros lorenzianus</i>      | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Chaetoceros decipiens</i>        | 1   | 3   | 3   | 1   | 3   | 3   | 2   | 0   | 3   | 2    | 2    | 2    |
| <i>Detonula pumila</i>              | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0    | 1    | 0    |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>       | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0    | 0    | 1    |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>       | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1    | 0    | 0    |
| <i>Lithodesmium undulatum</i>       | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Neocalyptrella robusta</i>       | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0    | 0    | 1    |
| <i>Pleurosigma angulatum</i>        | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Pleurosigma elongatum</i>        | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Pseudo-nitzschia cf. seriata</i> | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Pseudo-nitzschia closterium</i>  | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Odontella aurita</i>             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Rhizosolenia imbricata</i>       | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Skeletonema costatum</i>         | 4   | 1   | 1   | 4   | 2   | 2   | 3   | 3   | 4   | 4    | 3    | 4    |
| <i>Stephanopyxis palmeriana</i>     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Thalassiosira subtilis</i>       | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Thalassiosira rotula</i>         | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Thalassionema nitzschioides</i>  | 0   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| DINOFLAGELADOS                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
| <i>Ceratium tripos</i>              | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 1    | 0    |
| <i>Tripos furca</i>                 | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1    | 1    | 0    |
| <i>Tripos fusus</i>                 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 1    |
| <i>Protoperidinium conicum</i>      | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Protoperidinium depressum</i>    | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Protoperidinium oceanicum</i>    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 1    |
| <i>Protoperidinium solitarium</i>   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    | 0    | 0    |

Legenda: Ausente: 0, Presente: 1, Escaso: 2, Abundante: 3, Muy abundante: 4

Hubo presencia de larvas de *Capitella* sp. y una especie del orden Spionida. Particularmente, *C. capitata* ha sido considerada como el modelo de Indicador Biológico por ser una especie tipo "r", presentar una correlación directa con la cantidad de materia orgánica (RIVERO *et al.* 2005) e hidrocarburos (PAREDES 2010).

El número de zooplanctones en las ocho estaciones de trabajo fue de 16.070 individuos, promedio de 2.009 individuos/m<sup>3</sup>, siendo la estación 10 la de mayor abundancia relativa.

En el área marina de Huanchaco hubo variedad de zooplanctones identificándose siete clases de organismos, constituidos por Copepoda (97,9%), Actinopterygii (0,9%) y Malacostraca (0,5%). Los organismos dominantes fueron los copépodos, *Calanus* sp. fue la especie más representativa (23,3%). Hubo presencia de huevos y larvas de *Engraulis ringens* (Tabla 6).

El número de zooplanctones en las diez estaciones de trabajo fue de 6.317 individuos, promedio de 1.579 individuos/m<sup>3</sup>, siendo la estación siete la de mayor abundancia relativa.

Tabla 6.- Zooplancton (N° de individuos/m<sup>3</sup> de agua de mar filtrada). Salaverry, junio 2016

| Estación                          |                             |         | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 10   | 11   | 12   | Total | %    |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Concentración(mL/m <sup>3</sup> ) |                             |         | 0,24 | 0,04 | 0,60 | 0,40 | 0,20 | 0,08 | 0,20 | 3,20 |       |      |
| Orden                             | Especie                     | Estadio |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Clupeiformes                      | <i>Engraulis ringens</i>    | larva   |      |      |      |      | 2    |      |      |      | 2     | 0,0  |
|                                   | <i>Engraulis ringens</i>    | huevo   |      | 16   | 14   | 25   | 8    | 13   | 9    |      | 85    | 0,5  |
| No determinado                    | No determinado              | huevo   |      |      | 4    | 3    | 4    | 2    | 5    |      | 18    | 0,1  |
| Copelata                          | <i>Oikopleura</i> sp.       | adulto  |      | 1    | 16   | 1    | 11   | 4    | 1    |      | 34    | 0,2  |
| Sessilia                          | No determinado              | cipris  | 37   | 8    | 2    |      |      |      |      | 1    | 48    | 0,3  |
| Calanoida                         | <i>Calanus</i> sp.          | adulto  | 635  | 899  | 805  | 1209 | 1966 | 1572 | 937  | 790  | 8813  | 54,8 |
| Calanoida                         | <i>Centropages furcatus</i> | adulto  | 3    |      |      |      |      | 135  |      | 12   | 150   | 0,9  |
| Cyclopoida                        | <i>Oithona nana</i>         | adulto  | 121  | 293  | 126  | 459  | 677  | 899  | 953  | 991  | 4519  | 28,1 |
| Poecilostomatoidea                | <i>Oncaea venusta</i>       | adulto  | 45   | 19   | 189  | 149  | 235  | 499  | 640  | 382  | 2158  | 13,4 |
| Decapoda                          | <i>Emerita analoga</i>      | zoea    | 5    | 2    |      |      |      |      |      |      | 7     | 0,0  |
| Littorinomorpha                   | <i>Atlanta</i> sp.          | adulto  | 2    |      |      |      |      |      |      |      | 2     | 0,0  |
| No determinado                    | No determinado              | larva   |      | 2    |      |      |      |      |      |      | 2     | 0,0  |
| Mytilida                          | <i>Mytilus</i> sp.          | larva   | 125  | 3    | 6    | 19   | 3    |      | 2    | 2    | 160   | 1,0  |
| Spionida                          | No determinado              | larva   | 5    | 2    |      |      |      |      |      |      | 7     | 0,0  |
| -----                             | <i>Capitella</i> sp.        | larva   | 18   |      |      |      |      |      |      |      | 18    | 0,1  |
| Phyllodocida                      | <i>Nephtys</i> sp.          | larva   | 39   | 4    |      |      |      |      |      |      | 43    | 0,3  |
| No determinado                    | No determinado              | larva   | 1    |      |      | 1    | 1    | 1    |      |      | 4     | 0,0  |
| Total                             |                             |         | 1036 | 1249 | 1162 | 1866 | 2907 | 3125 | 2547 | 2178 | 16070 | 100  |
| %                                 |                             |         | 6,4  | 7,8  | 7,2  | 11,6 | 18,1 | 19,4 | 15,8 | 13,6 |       | 100  |

**Sólidos Suspendidos Totales (SST).**- La concentración en el nivel superficial osciló en un rango de 14 a 36,5 mg/L, promedio 22,17 mg/L, originando isolíneas de 20 y 30 mg/L, que se hallaron frente a la bocana del río Moche. A nivel del fondo se distribuyeron con isotermas de 20 a 70 mg/L, con valores superiores a 50 mg/L frente a Huanchaco, promedio en 31,89 mg/L (Fig. 11). En superficie no superaron lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (MINAM 2008, 2015).

**Oxígeno disuelto (OD).**- En superficie se hallaron concentraciones menores a 4 mg/L frente

a Salaverry, en tanto que frente a Huanchaco fueron superiores a 6 mg/L. El promedio fue 4,58 mg/L. En el nivel de fondo la tendencia fue similar con isoxígenas de 0,50 a 1,50 mg/L para Salaverry y Huanchaco, respectivamente. El promedio fue 0,85 mg/L (Fig. 12). En superficie las concentraciones se encontraron acorde con los ECA en las Categorías 2 y 4.

**Potencial de hidrógeno (pH).**- En superficie la concentración de iones hidronio fue ligeramente alcalino, las isolíneas de 7,70 a 7,85 Unid., decrecieron hacia la línea de costa de Salaverry. En el fondo la distribución fue similar respecto a

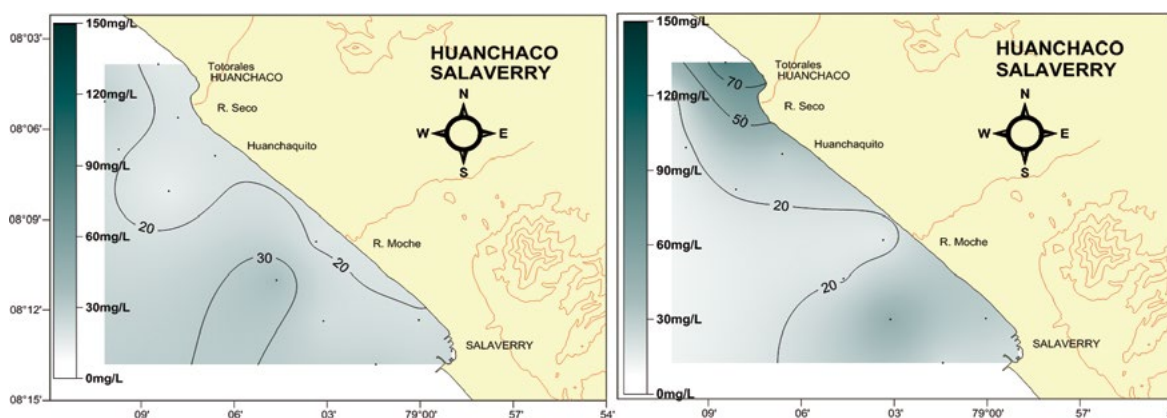


Figura 11.- Distribución y concentración de sólidos suspendidos totales, Huanchaco-Salaverry, junio 2016

la superficie, con isolíneas de 7,50 a 7,76 unidades (Fig. 13). El grado de basicidad cumple con ECA para las Categorías 2 y 4.

**Fosfatos.**- En la superficie marina la concentración de fosfatos fue mayor a 0,20 mg/L, la isolínea de concentración máxima (0,50 mg/L) se distribuyó

alrededor del muelle pesquero artesanal de Salaverry. La concentración promedio en este nivel fue 0,36 mg/L. En el fondo, la concentración promedio se incrementó en 0,04 mg/L, con similar distribución respecto al nivel superficial. Las concentraciones >0,50 mg/L se distribuyeron hasta 1 mn frente a la ensenada de Salaverry y Huanchaco (Fig. 14).

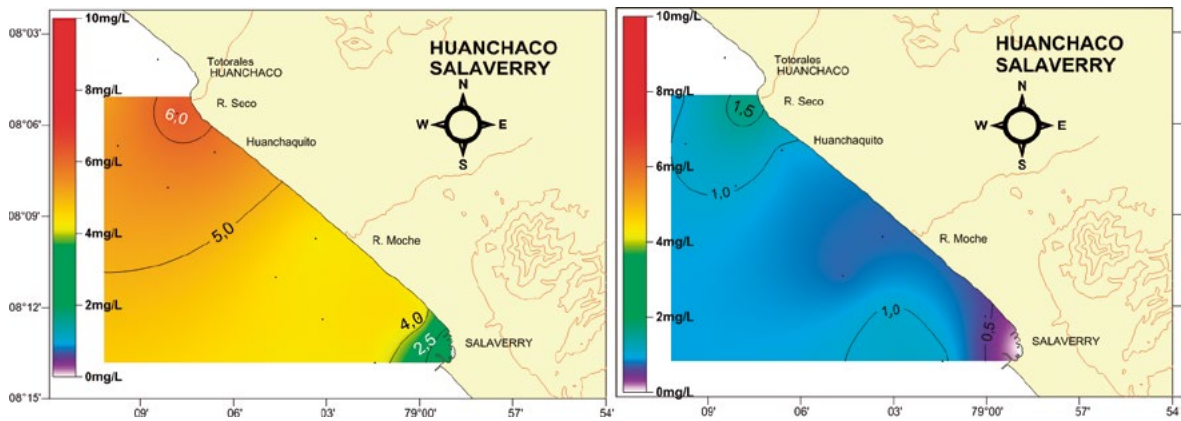


Figura 12.- Distribución de oxígeno en niveles superficial y sub superficial, Huanchaco-Salaverry, junio 2016

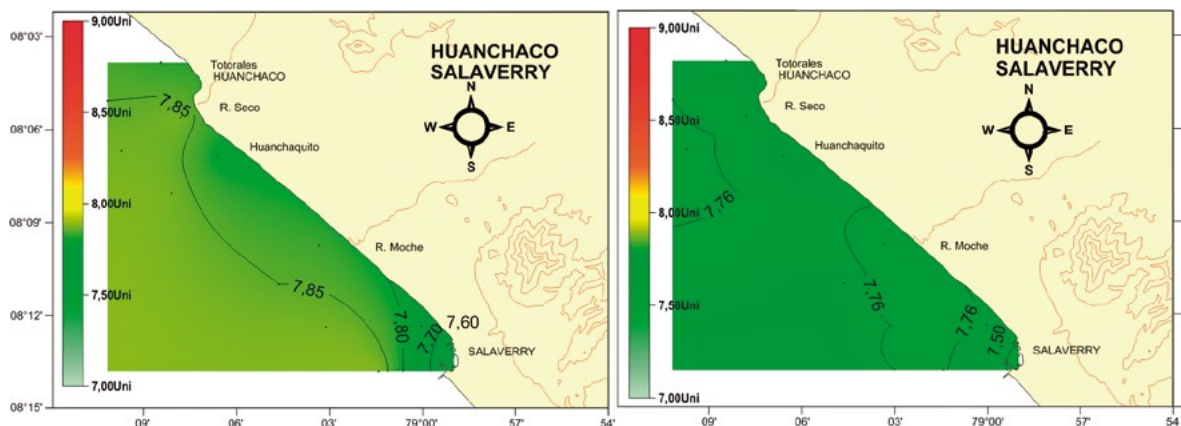


Figura 13.- Distribución del pH en niveles superficial y sub superficial. Huanchaco-Salaverry, junio 2016

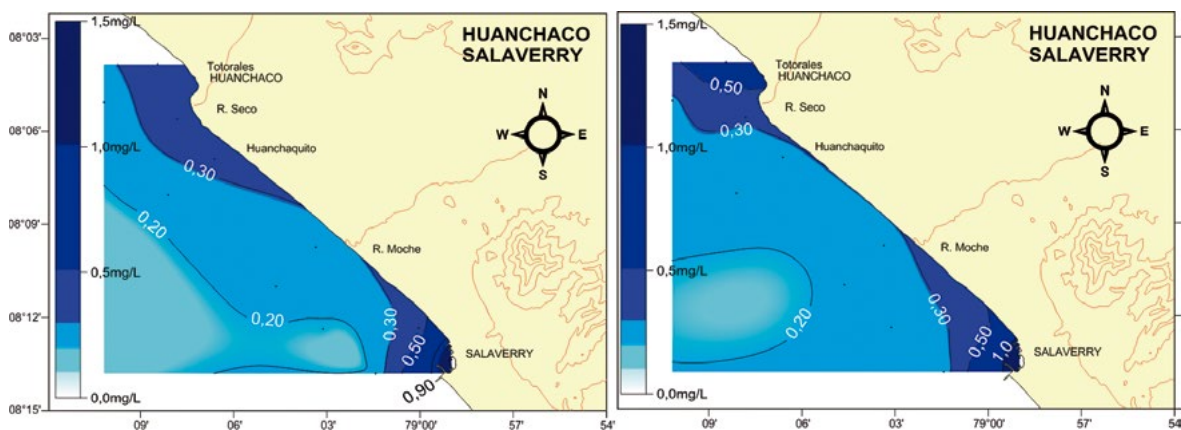


Figura 14.- Distribución de los fosfatos en niveles superficial y sub superficial, Huanchaco - Salaverry, junio 2016

**Silicatos.-** Las concentraciones fueron de 0,79 a 2,16 mg/L, promedio en 1,53 mg/L, originando isolíneas de 1,00 a 2,00 mg/L, perpendiculares y crecientes conforme se acercaron hacia el borde costero, las más altas se ubicaron en la confluencia de las aguas del río Moche con el mar. En el fondo, la concentración promedio fue 1,79 mg/L. Concentraciones superiores a 2,00 mg/L se detectaron frente a las ensenadas de Salaverry y Huanchaco (Fig. 15).

**Nitratos.-** La concentración en superficie ascendió ligeramente conforme se aproximaron a la desembocadura del río Moche, isolínea de 1 y foco de 1,50 mg/L, el promedio fue 0,92 mg/L. A un metro del fondo, la distribución fue similar a la presentada por los silicatos y fosfatos para el mismo nivel (Fig. 16).

**Nitritos.-** En superficie la concentración máxima predominante fue 0,08 mg/L. La isolínea de 0,10 mg/L se distribuyó frente a las ensenadas de Salaverry y Huanchaco. La concentración promedio de nitritos se incrementó ligeramente con la profundidad; a un metro del fondo el promedio fue 0,11 mg/L. Se halló un núcleo de 0,125 mg/L, a 2,9 mn frente a Huanchaquito (Fig. 17).

**Aceites y grasas.-** La concentración de aceites y grasas alcanzó valores de 0,03 a 4,74 mg/L, con promedio en 1,98 mg/L. En el muelle artesanal y molón de Puerto Salaverry se encontró un valor de 2,0 mg/L; mientras que, conforme se alejaba del borde costero de río Moche y de Huanchaco, las concentraciones aumentaron, con isolíneas de 1,0 a 4,0 mg/L (Fig. 18).

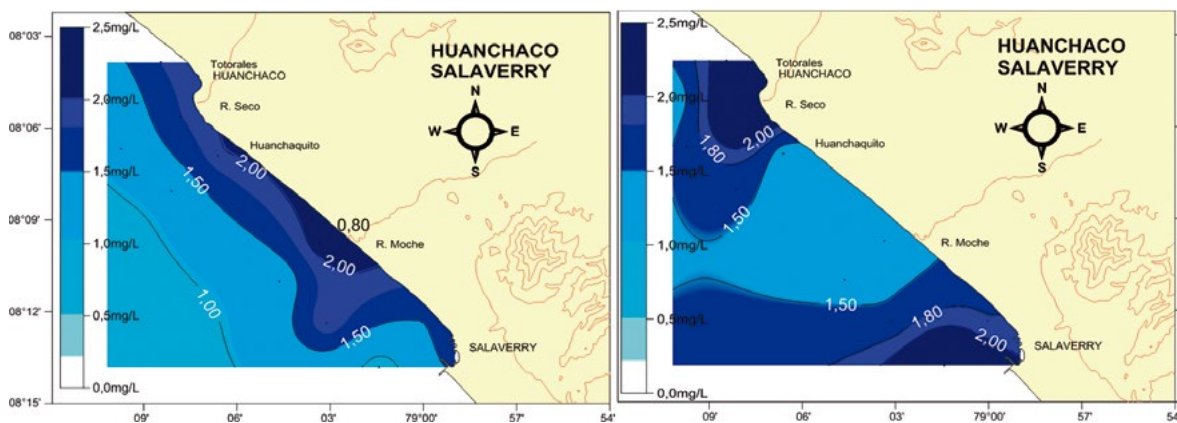


Figura 15.- Distribución de silicatos en niveles superficial y sub superficial, Huanchaco - Salaverry, junio 2016

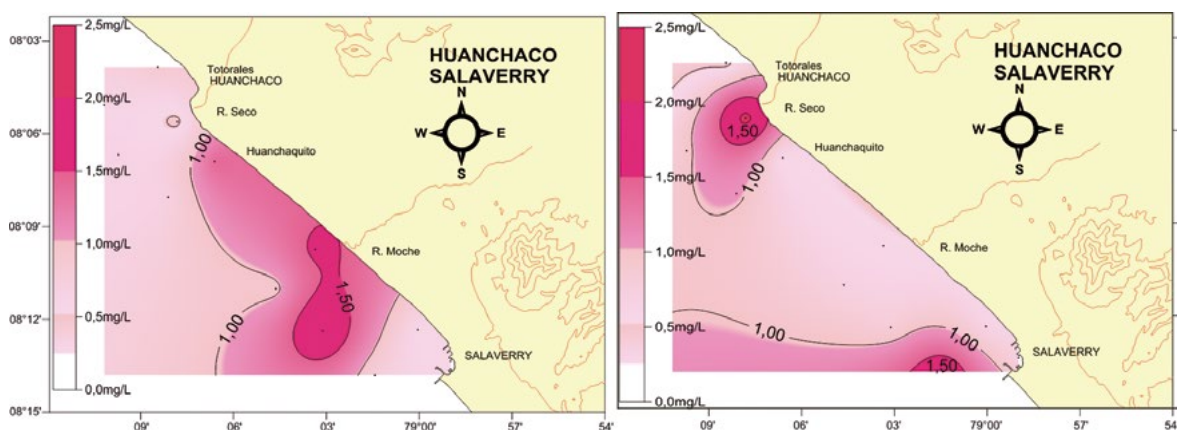


Figura 16.- Distribución de nitratos en niveles superficial y sub superficial, Huanchaco - Salaverry, junio 2016

**Coliformes totales y Coliformes termotolerantes.-**

En ambos niveles de profundidad la concentración de coliformes totales y Termotolerantes que predominó fue <1,8 NMP/100 mL. Así mismo, en superficie, los máximos valores registrados fueron 40 y 78 NMP/100 mL ubicados en la Estación 1 y 8, respectivamente; en tanto que, a nivel sub superficial fue 40 NMP/100 mL en la Estación 1 (Fig. 19). Todas

las concentraciones halladas se encontraron acorde con la norma ambiental competente y vigente.

**Granulometría.-** En Huanchaco-Salaverry, la composición granulométrica estuvo conformada por arena (67,8%) y limo-arcilla (32,6%). La mayoría del área evaluada fue clasificada como limo-arcilla, excepto frente al Puerto Salaverry, Huanchaquito y Huanchaco (Fig. 20).

**Materia orgánica total (MOT).-** El indicador de magnitud del impacto en el sedimento marino es el contenido de materia orgánica total. El menor contenido de materia orgánica es una mejor condición para el desarrollo de la comunidad bentónica. En general, el sedimento encontrado fue fango con fuerte olor a sulfuro, de color gris, guardando relación con la granulometría encontrada. El contenido de materia orgánica total, presentó valores entre 0,99 y 8,09 %, indicando magnitud y resiliencia moderadas. (Tabla 7, Fig. 21) MINAM (2008).

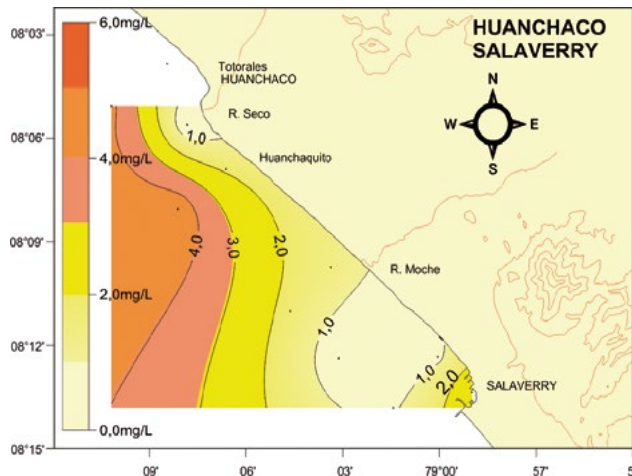
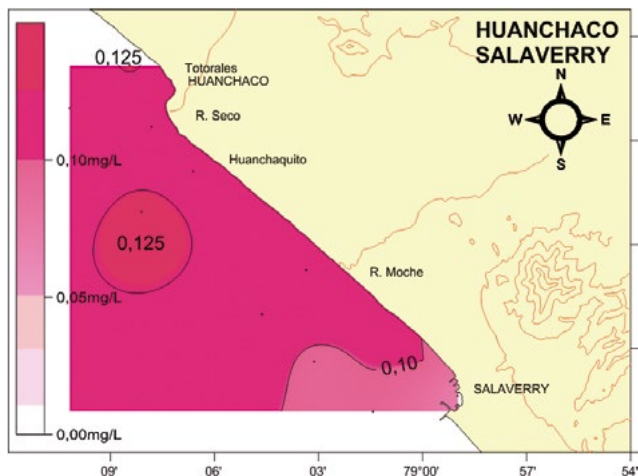
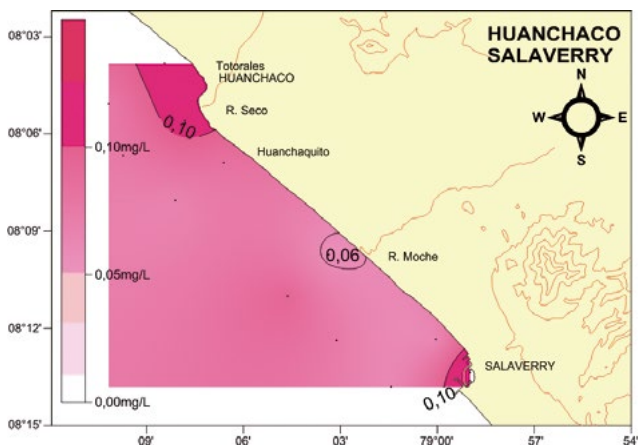


Figura 17.- Distribución de nitritos en niveles superficial y sub superficial, Huanchaco - Salaverry, junio 2016

Figura 18.- Distribución de los aceites y grasas, en superficie, Huanchaco - Salaverry, junio 2016

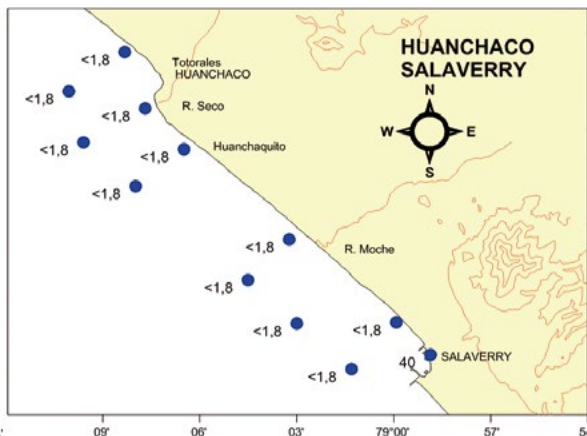
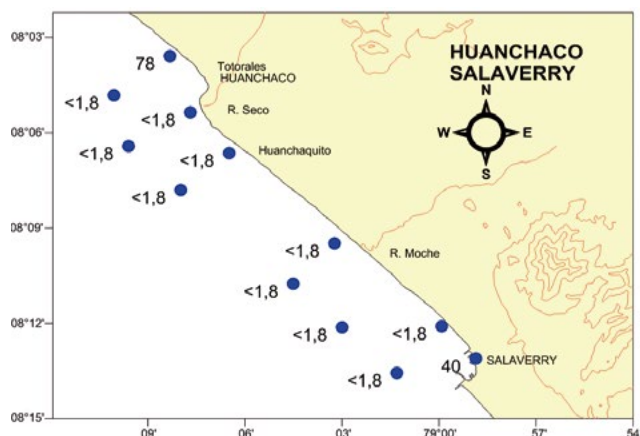


Figura 19.- Distribución de Coliformes Totales y Termotolerantes en superficie, Huanchaco - Salaverry, junio 2016

### Metales pesados

**Cadmio.-** A profundidades de 4,5 a 18,0 m, la concentración de cadmio total en sedimento varió de 0,217 a 4,28 mg/kg, con promedio en 2,59 mg/kg. En gran parte del área predominaron valores entre 3 y 4 mg/kg. El cadmio total disminuyó conforme se aproximó al borde costero de Huanchaco, río Moche y Salaverry, con isolíneas de 3 a 1 mg/kg. La concentración máxima, núcleo de 4 mg/kg, se halló a 500 m frente a Huanchaquito (Fig. 22).

Las concentraciones encontradas superaron los estándares de calidad (CCME 2002) en la categoría ISQG. Solamente en la Estación 10, el cadmio superó ambas Categorías ISQG además del PEL (*Probable Effect Level*), (Nivel de efecto probable: concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia).

**Plomo.-** La concentración de plomo total en el sedimento, a profundidades de 4,5 a 14,5 m, varió de 6,77 a 60,75 mg/kg, el promedio fue

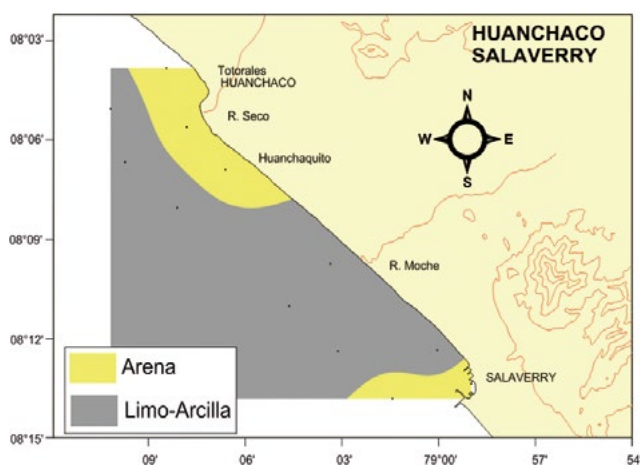


Figura 20.- Distribución de granulometría, Huanchaco - Salaverry, junio 2016

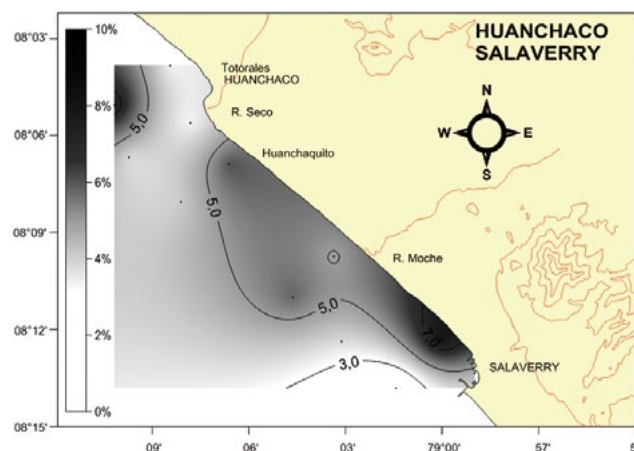


Figura 21.- Porcentaje de MOT en sedimento. Huanchaco - Salaverry, junio 2016

Tabla 7.- Descripción y % de Materia Orgánica Total en sedimento superficial marino, Huanchaco-Salaverry, junio 2016

| Estación | Descripción de la muestra   | % MOT |
|----------|---|-------|
| 1        | Fango con conchuelas partidas. Ligero olor a sulfuros.<br>Munsell: 5Y 6/1 gray (Gris)                 | 4,59  |
| 2        | Arena más restos de conchuela partida, piedritas. Sin olor a sulfuros.<br>Munsell: 5Y 6/1 gray (gris) | 0,99  |
| 3        | Limo. Ligero olor a sulfuro.<br>Munsell: 5Y4/1 dark gray (gris oscuro).                               | 3,78  |
| 4        | Fango con arena. Fuerte olor a sulfuro.<br>Munsell: 5Y 5/2 olive gray (gris oliva)                    | 5,78  |
| 5        | Limo más restos de conchuela. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: 2.5Y 5/1 gris                           | 3,15  |
| 6        | Fango limoso con conchuelas. Moderado olor a sulfuros.<br>Munsell: 2.5Y 5/1 Gray (gris)               | 3,83  |
| 7        | Fango - limo. Fuerte olor a sulfuro.<br>Munsell: 5Y 6/1 Gray (gris)                                   | 7,63  |
| 8        | Fango más restos de conchuela. Fuerte olor a sulfuro.<br>Munsell: 2.5Y 5/1 - Gray (gris)              | 3,36  |
| 9        | Arena gruesa más piedritas con valvas más conchuela. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: GleY1 6/N - Gray | 3,27  |
| 10       | Fango. Fuerte olor a sulfuro.<br>Munsell: Gley1 5/10Y greenish gray (gris verde)                      | 5,20  |
| 11       | Limo. Fuerte olor a sulfuros.<br>Munsell: 2.5Y 5/3 light olive brown                                  | 4,90  |
| 12       | Fango. Fuerte olor a sulfuro.<br>Munsell: 5Y 5/2 olive gray   | 8,09  |

36,817 mg/kg. Las concentraciones decrecieron desde el centro hacia los extremos del área evaluada. Frente a la desembocadura del río Moche se hallaron las máximas concentraciones, con focos de 60 y 50 mg/kg. La concentración mínima, núcleo de 10,0 mg/kg, estuvo a 500 m frente al río Seco en Huanchaco (Fig. 23). En gran parte del área evaluada se sobrepasaron los valores límite en la categoría ISQG (CCME 2002).

**Mercurio.-** El mercurio total en el sedimento marino, a profundidades de 4,5 a 14,5 m varió de 0,06 a 0,24 mg/kg, el promedio fue 0,13 mg/kg. Frente a la desembocadura del río Moche se hallaron las máximas concentraciones, foco 0,20 mg/kg. La concentración mínima, (isolíneas de 0,10 mg/kg) se registró a 2,5 y 0,20 mn frente a Huanchaco y Salaverry (Fig. 24). Los valores hallados superaron los límites permisibles en la categoría ISQG (CCME 2002).

**Zinc.-** Entre 4,5 y 14,5 m de profundidad y en sedimento varió de 101,85 a 306,63 mg/kg, promedio 178,83 mg/kg. La concentración aumentó hacia el noroeste. Frente a la desembocadura del río Moche se detectó un núcleo de 200 mg/kg. La concentración máxima de 306,63 mg/kg se registró en la Estación 9 ubicada frente a río Seco en Huanchaquito, superando ambas Categorías ISQG y PEL. Todas las concentraciones, excepto en la Estación 1, fueron mayores a 124 mg/kg, superando los valores límite en la categoría ISQG (CCME 2002) (Fig. 25).

**SALAVERRY**

**Intermareal**

**Agua**

En la zona intermareal la temperatura superficial del mar aumentó de norte a suroeste, con promedio en 17,6 °C.

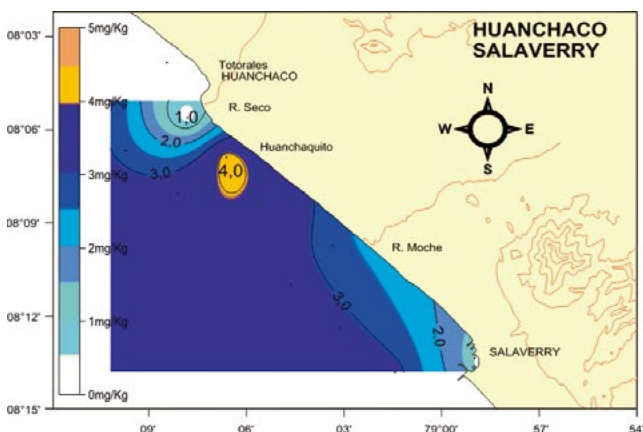


Figura 22.- Distribución de Cadmio total en sedimento, Huanchaco-Salaverry, junio 2016

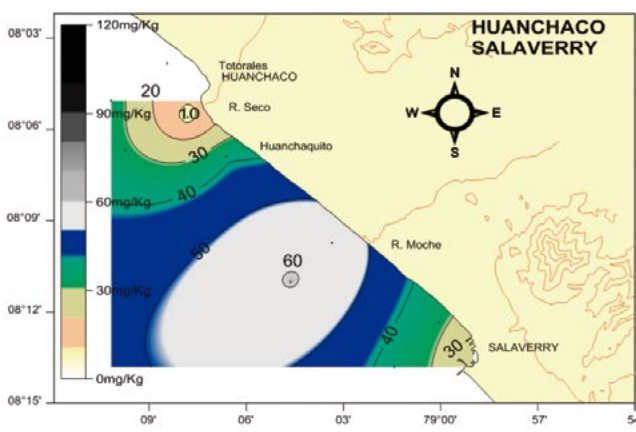


Figura 23.- Distribución de Plomo total en sedimento, Huanchaco-Salaverry, junio 2016

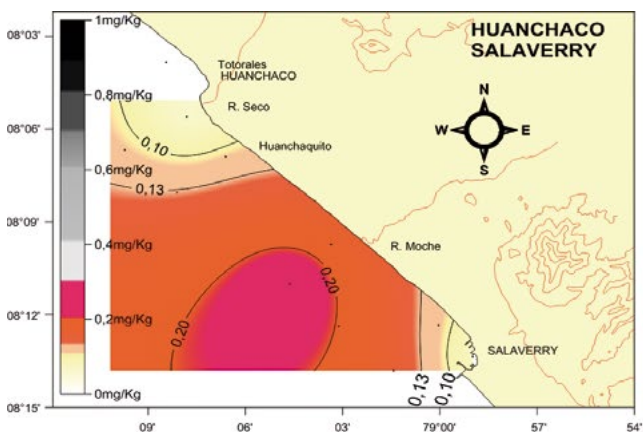


Figura 24.- Distribución de mercurio total en sedimento, Huanchaco-Salaverry, junio 2016

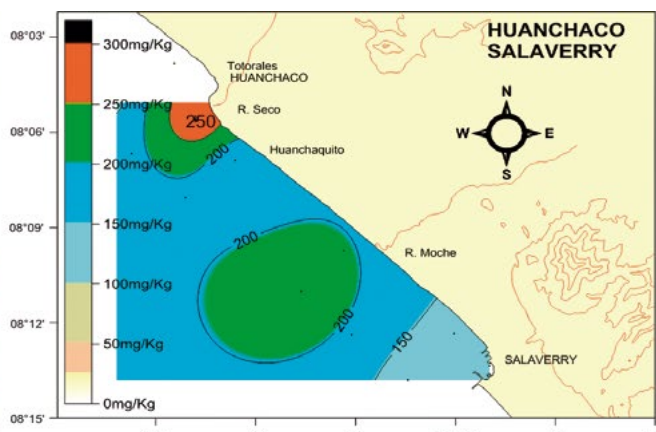


Figura 25.- Distribución de zinc total en sedimento, Huanchaco-Salaverry, junio 2016



En la Tabla 8 se muestran los resultados de los parámetros analizados durante el estudio. En términos generales no superaron lo establecido por los ECA (MINAM 2015)

**Fitoplancton.-** Se identificaron 15 especies (13 diatomeas y 2 dinoflagelados); las diatomeas presentaron especies con mayor número de células, cuyos valores variaron de 1 a 4 según la escala semi cuantitativa (Tabla 9).

**Sedimento**

**Materia orgánica total.-** La mayor concentración se encontró en la zona centro sur 1,51% (Estación A), promedio en 1,4%. El sedimento estuvo constituido por arena fina y con olor a sulfuros (Tabla 10).

**Granulometría.-** Las muestras tomadas de las playas de Salaverry, Uripe, Las Delicias y Buenos Aires, mostraron que la granulometría varió de arena muy gruesa a arena fina; predominando el tipo arena fina con porcentajes que variaron entre 37,9 y 79,4% (Fig. 26)

**HUANCHACO**

**Intermareal**

**Agua**

En la zona intermareal, la temperatura superficial del mar promedio fue 18,8 °C. En el muelle artesanal de Huanchaco, estación E, se registró el mayor valor de TSM, oxígeno y pH; sin embargo, la salinidad fue la mínima, 34,800 UPS, valores

Tabla 8.- Concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la zona intermareal de Salaverry, junio 2016

| Parámetros                              | Mínima | Estación  | Máxima  | Estación | Promedio |
|---|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Temperatura (°C)                        | 16,80  | E         | 18,7    | A        | 17,6     |
| Salinidad (UPS)                         | 35,08  | A         | 35,14   | E        | 35,11    |
| Oxígeno (mg/L)                          | 4,90   | B         | 6,50    | E        | 5,95     |
| Potencial de Hidronio                   | 7,89   | B         | 8,23    | A        | 8,07     |
| Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)      | 21,50  | B         | 32,50   | E        | 27,30    |
| Grasas y Aceites (mg/L)                 | 0,30   | B y C     | 0,40    | E        | 0,33     |
| Materia Orgánica Total (%)              | 1,15   | E         | 1,77    | B        | 1,44     |
| Fosfatos (mg/L)                         | 0,22   | E         | 1,04    | B        | 0,47     |
| Silicatos (mg/L)                        | 1,66   | E         | 1,88    | B        | 1,75     |
| Nitrato (mg/L)                          | 0,43   | C         | 1,08    | A        | 0,71     |
| Nitrito (mg/L)                          | 0,72   | D         | 0,09    | B        | 0,08     |
| Coliformes Totales (NMP/100 mL)         | 23,00  | D y C     | 2200,00 | B        | 525,20   |
| Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) | 23,00  | A,B,C Y D | 180,00  | E        | 54,40    |

Tabla 9.- Análisis semicuantitativo de fitoplancton en la zona intermareal de Salaverry, junio 2016

|                                     | E-A | E-B | E-C | E-D | E-E |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>DIATOMEAS</b>                    |     |     |     |     |     |
| <i>Coscinodiscus centralis</i>      | 1   | 4   | 3   | 1   | 1   |
| <i>Coscinodiscus gigas</i>          | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   |
| <i>Coscinodiscus granii</i>         | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   |
| <i>Chaetoceros curvisetus</i>       | 1   | 3   | 1   | 2   | 0   |
| <i>Chaetoceros lorenzianus</i>      | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| <i>Chaetoceros decipiens</i>        | 1   | 0   | 1   | 3   | 1   |
| <i>Detonula pumila</i>              | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   |
| <i>Lithodesmium undulatum</i>       | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   |
| <i>Pleurosigma angulatum</i>        | 0   | 1   | 0   | 1   | 1   |
| <i>Pseudo-nitzschia cf. seriata</i> | 0   | 1   | 0   | 2   | 1   |
| <i>Skeletonema costatum</i>         | 0   | 1   | 2   | 4   | 1   |
| <i>Thalassiosira subtilis</i>       | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   |
| <i>Thalassiosira rotula</i>         | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   |
| <b>DINOFLAGELADOS</b>               |     |     |     |     |     |
| <i>Protoperidinium depressum</i>    | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   |
| <i>Protoperidinium solitarium</i>   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   |

Leyenda: Ausente: 0, Presente: 1, Escaso: 2, Abundante: 3, Muy abundante: 4

Tabla 10.- Descripción y % MOT en el sedimento superficial marino de la zona intermareal, Salaverry, junio 2016

| Est. | Descripción de la muestra  | % MOT |
|------|--|-------|
| A    | Arena fina más restos de conchuela. Sin olor sulfuros. Munsell: 5Y 6/1 gray (Gris).                                      | 1,51  |
| B    | Arena media más restos de conchuelas partidas. Sin olor a sulfuro. Munsell: Gley 1 5/10Y Greenish - Gray (verdoso-gris). | 1,77  |
| C    | Arena fina sin olor a sulfuros. Munsell: Gley 1/10Y Greenish gray (verdoso-gris).  | 1,55  |
| D    | Arena fina sin olor a sulfuro. Munsell: 5Y 5/1 gray.   | 1,25  |
| E    | Arena media más conchuela partida sin olor a sulfuro. Munsell: 5Y 7/1 light gray   | 1,15  |

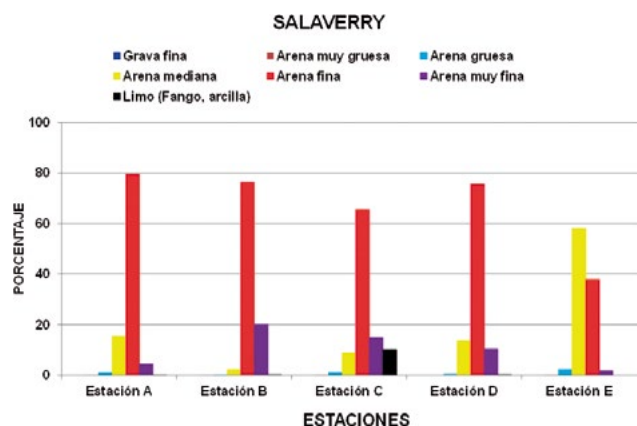


Figura 26.- Composición granulométrica del sedimento, Salaverry, junio 2016

que establecieron la presencia de las Aguas Costeras Frías. Los resultados de los parámetros se encuentran en la Tabla 11.

**Fitoplancton.-** Se identificaron 14 especies de diatomeas; cuyos valores variaron de 1 a 4 según la escala semi cuantitativa. No se registró presencia de dinoflagelados (Tabla 12).

**Materia orgánica total (MOT).-** El mayor contenido en el sedimento superficial fue de 1,55% (Estación F) se encontró sobre fondo de arena fina, sin olor a sulfuros y color gris suave, el porcentaje promedio fue 0,85% (Tabla 13).

Tabla 11.- Concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la zona intermareal de Huanchaco, junio 2016

| Parámetros                            | Mínima | Estación | Máxima    | Estación | Promedio |
|---------------------------------------|--------|----------|-----------|----------|----------|
| Temperatura (°C)                      | 17,70  | F        | 20,80     | E        | 18,70    |
| Salinidad (UPS)                       | 34,09  | A        | 35,11     | G        | 34,73    |
| Oxígeno (mg/L)                        | 3,00   | A        | 6,35      | E        | 5,62     |
| Potencial de Hidronio                 | 7,81   | F        | 8,11      | E        | 7,92     |
| Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)    | 23,00  | G        | 47,50     | A        | 35,33    |
| Aceites y Grasas (mg/L)               | 0,20   | F        | 1,80      | A        | 0,80     |
| Materia Orgánica Total (%)            | 0,26   | A        | 1,55      | F        | 0,85     |
| Fosfatos (mg/L)                       | 0,39   | A 50 M   | 0,84      | A        | 0,54     |
| Silicatos (mg/L)                      | 1,75   | F        | 4,08      | A 50 M   | 2,62     |
| Nitrato (mg/L)                        | 0,60   | F        | 4,09      | A 50 M   | 1,64     |
| Nitrito (mg/L)                        | 0,09   | A 50M    | 0,16      | F        | 0,12     |
| Coliformes Totales (NMP/100 mL)       | 1,80   | F YG     | 140000,00 | A 50 M   | 28447,32 |
| Coliformes termotolerantes NMP/100 mL | 1,80   | F Y G    | 23000,00  | A 50 M   | 4747,32  |

Tabla 12.- Análisis semicuantitativo de fitoplancton en la zona intermareal, Huanchaco, junio 2016

|                                     | E-B | E-D | E-E | E-F |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| DIATOMEAS                           |     |     |     |     |
| <i>Asterionellopsis glacialis</i>   | 1   | 0   | 0   | 0   |
| <i>Coscinodiscus centralis</i>      | 1   | 2   | 1   | 1   |
| <i>Coscinodiscus gigas</i>          | 1   | 0   | 1   | 1   |
| <i>Coscinodiscus granii</i>         | 1   | 0   | 0   | 0   |
| <i>Chaetoceros affinis</i>          | 0   | 0   | 0   | 1   |
| <i>Chaetoceros curvisetus</i>       | 2   | 1   | 1   | 1   |
| <i>Chaetoceros lorenzianus</i>      | 3   | 1   | 1   | 1   |
| <i>Chaetoceros decipiens</i>        | 1   | 1   | 1   | 1   |
| <i>Detonula pumila</i>              | 2   | 0   | 0   | 0   |
| <i>Lithodesmiun undulatum</i>       | 2   | 2   | 1   | 1   |
| <i>Neocalyptrella robusta</i>       | 0   | 0   | 1   | 0   |
| <i>Pseudo-nitzschia cf. seriata</i> | 1   | 1   | 0   | 0   |
| <i>Odontella aurita</i>             | 0   | 0   | 1   | 0   |
| <i>Skeletonema costatum</i>         | 4   | 4   | 0   | 0   |

Leyenda: Ausente: 0, Presente: 1, Escaso: 2, Abundante: 3, Muy abundante: 4

Tabla 13.- Descripción y % materia orgánica total en el sedimento superficial de la zona intermareal, Huanchaco, junio del 2016

| Est. | Descripción de la muestra  | % MOT |
|------|--|-------|
| A    | Arena fina - Bien negrita más piedritas. Sin olor a sulfuro<br>Munsell: 2.5Y 2.5/1 Negro                                   | 0,26  |
| B    | Arena fina Negrita más conchuela partida. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: 2.5YR 3/1 dark reddish gray (Gris rojizo oscuro) | 0,47  |
| C    | Arena fina más conchuela partida y piedritas. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: 2.5Y 6/1 gris.                               | 0,92  |
| F    | Arena media, más piedritas y restos de conchuela partida. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: 5Y 7/1 Gray Light (Gris suave)   | 1,55  |
| G    | Arena fina más restos de conchuela partidas + piedritas. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: 2.5Y 8/1 White (Blanco).          | 1,03  |

### Cuenca baja del río Moche

A 100 metros, aguas arriba del puente del río Moche, Estación RM3, se presentaron los máximos valores en temperatura, sólidos suspendidos totales y DBO5, que sobrepasaron la norma vigente. Asimismo, se halló la menor concentración de oxígeno, 3,90 mg/L, no cumpliendo con el Estándar Nacional; sin embargo, prevalecieron valores de pH neutros. Los coliformes totales presentaron altas concentraciones fluctuando de 7.900 a 160.000 NMP/100 mL y los coliformes termotolerantes fueron mayores a 4.900 NMP/100 mL, superando ampliamente la Norma Vigente (Tabla 14).

### MALABRIGO

#### Submareal

**Corrientes marinas.-** Las corrientes marinas superficiales presentaron un movimiento anticiclónico con intensidad moderada, que varió de 2,4 a 14,4 cm/s, promedio de 10,2 cm/s. Los flujos de menor intensidad se ubicaron en el centro y sur del área evaluada. A un metro del fondo osciló de 2,4 a 11,9 cm/s, el promedio fue 6,1 cm/s, siguiendo similar comportamiento direccional (Fig. 27).

Tabla 14.- Concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la cuenca baja del río Moche, junio 2016

|                                       | Mínima | Estación  | Máxima  | Estación       | Promedio |
|---------------------------------------|--------|-----------|---------|----------------|----------|
| Temperatura (°C)                      | 21,40  | RM1 y RM2 | 26,20   | RM3            | 22,60    |
| Oxígeno (mg/L)                        | 3,90   | RM3       | 7,40    | RM2            | 5,91     |
| Potencial de Hidronio                 | 7,00   | RM3       | 8,20    | RM2            | 7,70     |
| Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)    | 14,50  | RM4       | 37,50   | RM3            | 23,38    |
| Fosfatos (mg/L)                       | 0,13   | RM2       | 0,35    | RM1 y RM3      | 0,29     |
| Silicatos (mg/L)                      | 5,86   | RM3       | 14,79   | RM4            | 10,54    |
| Nitrato (mg/L)                        | 3,18   | RM2       | 4,54    | RM1            | 3,83     |
| Nitrito (mg/L)                        | 0,04   | RM1 y RM2 | 0,18    | RM3            | 0,03     |
| Coliformes Totales (NMP/100 mL)       | 7 900  | RM2       | 160.000 | RM4            | 62.975   |
| Coliformes termotolerantes NMP/100 mL | 4 900  | RM2       | 23000   | RM1, RM3 y RM4 | 18.475   |

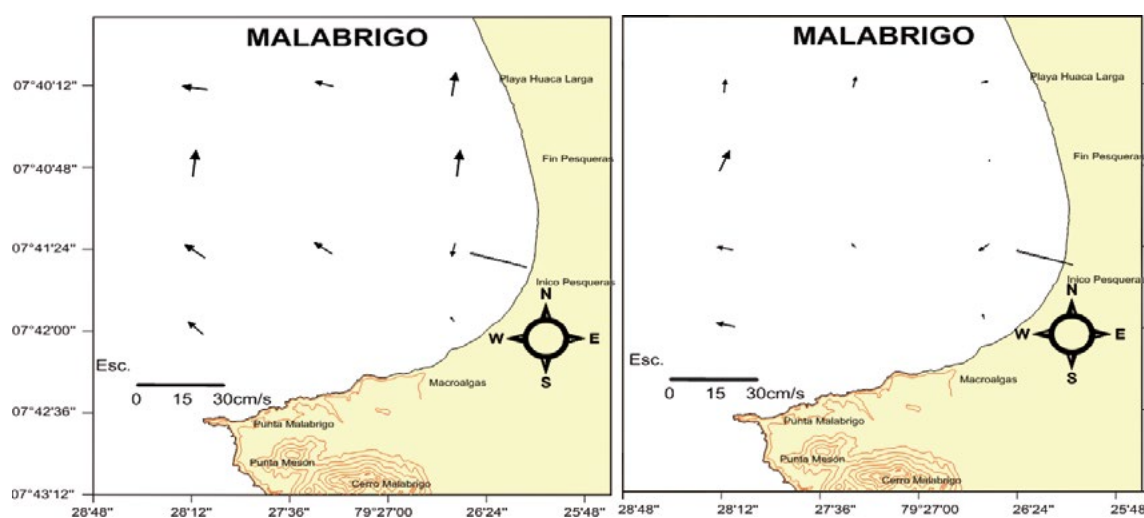


Figura 27.- Dirección e intensidad de las corrientes marinas en superficie y fondo. Malabrigo, junio del 2016

**Temperatura.-** La temperatura superficial aumentó hacia la zona norte del área evaluada, isoterma de 16,5 y 17,0 °C, el promedio fue 16,6 °C. A un metro del fondo prevalecieron valores térmicos de 16,0 a 16,5 °C, valores menores a 16,0 °C se hallaron al sur oeste de la zona evaluada, el promedio fue 16,1 °C (Fig. 28).

**Salinidad.-** En superficie presentó valores homogéneos; en gran parte del área prevaleció la isolínea de 35,07 UPS un núcleo de 35,08 UPS se ubicó a 0,5 mn del borde costero, frente a la última Planta Pesquera; mientras que, en el fondo los valores ascendieron ligeramente

conforme se aproximaron a la costa (Fig. 29). Predominaron valores característicos de Aguas Costeras Frías. El promedio fue 35,070 y 35,074 UPS para superficie y fondo, respectivamente.

**Transparencia.-** La transparencia asociada a las partículas en suspensión, concentración de microorganismos y radiación solar, presentó valores mínimos en el borde costero, posiblemente en relación directa con los aportes continentales, la remoción y la turbulencia; observándose isolíneas de 6,0 a 3,0 m, con promedio de 4,6 m (Fig. 30).

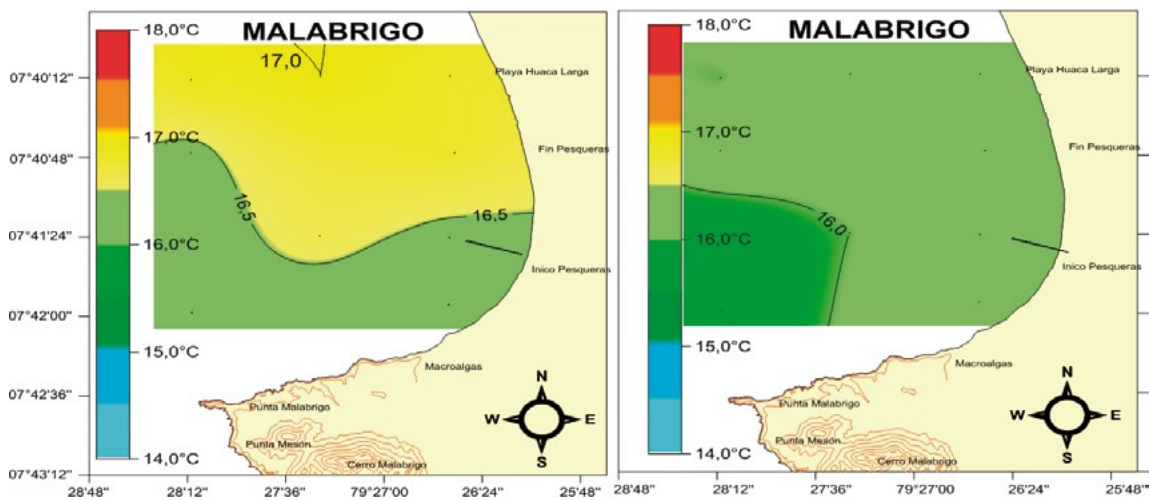


Figura 28.- Distribución de la temperatura en niveles superficial y subsuperficial. Malabrigo, junio 2016

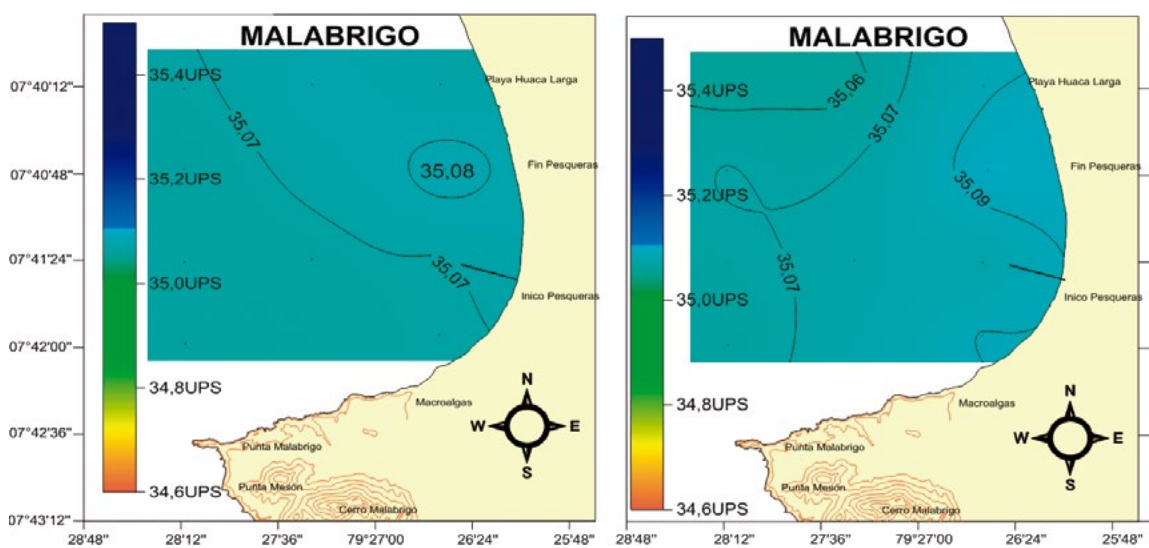


Figura 29.- Distribución de la salinidad en niveles superficial y subsuperficial. Malabrigo, junio 2016

**Fitoplancton.-** Se identificaron 35 especies (25 diatomeas y 10 dinoflagelados); las diatomeas fueron las especies con mayor número de células, con valores que variaron de 1 a 4, según la escala semi cuantitativa (Tabla 15).

**Zooplancton.-** El área marina de Malabrigo presentó gran variedad de zooplanctones, identificándose ocho clases de organismos, constituidos por copépodos (82,8%), cirrípedos (7,5%) y bivalvos (3,1%). Los dominantes en toda el área fueron los copépodos y *Calanus sp.* fue la especie más representativa (65,8%) (Tabla 16). El número de zooplanctones en las diez estaciones de trabajo fue de 3.051 individuos, con promedio de 381 individuos/m<sup>3</sup>, siendo la estación 11 la de mayor abundancia relativa.

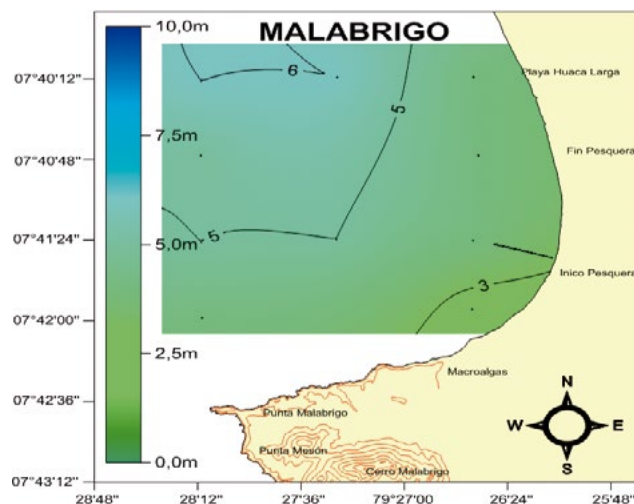


Figura 30.- Distribución de transparencia. Malabrigo, junio 2016

Tabla 15.- Análisis semicuantitativo de fitoplancton en superficie, frente a Malabrigo, junio 2016

| Estación                            | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-8 | E-9 | E-10 | E-11 | E-12 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| <b>DIATOMEAS</b>                    |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
| <i>Actinopterychus splendens</i>    | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    | 1    | 0    |
| <i>Amphiprora sp.</i>               | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Asterionellopsis glacialis</i>   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Coscinodiscus centralis</i>      | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4    | 4    | 4    |
| <i>Coscinodiscus gigas</i>          | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Coscinodiscus granii</i>         | 3   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Chaetoceros affinis</i>          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Chaetoceros curvisetus</i>       | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1    | 0    | 0    |
| <i>Chaetoceros didymus</i>          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Chaetoceros lorenzianus</i>      | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Chaetoceros decipiens</i>        | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 3   | 2    | 1    | 1    |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>       | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Lithodesmiun undulatum</i>       | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Navicula sp.</i>                 | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Neocalyptrella robusta</i>       | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1    | 1    | 0    |
| <i>Pleurosigma angulatum</i>        | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 0    |
| <i>Pleurosigma elongatum</i>        | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 1    |
| <i>Proboscia alata</i>              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1    | 0    | 0    |
| <i>Pseudo-nitzschia cf. seriata</i> | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Pseudo-nitzschia closterium</i>  | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1    | 0    | 0    |
| <i>Odontella aurita</i>             | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Rhizoselenia imbricata</i>       | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Skeletonema costatum</i>         | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1    | 0    | 0    |
| <i>Thalassiosira rotula</i>         | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Thalassionema nitzschioides</i>  | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1    | 0    | 0    |
| <b>DINOFLAGELADOS</b>               |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
| <i>Ceratium tripos</i>              | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Ceratium breve</i>               | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Tripos dens</i>                  | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Tripos furca</i>                 | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Tripos fusus</i>                 | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Protoperdinium conicum</i>       | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Protoperdinium crassipes</i>     | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 1    |
| <i>Protoperdinium depressum</i>     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    |
| <i>Protoperdinium pentagonum</i>    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    | 0    | 0    |
| <i>Protoperdinium solitarium</i>    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    | 0    | 1    |

Leyenda: Ausente: 0, Presente: 1, Escaso: 2, Abundante: 3, Muy abundante: 4

Tabla 16.- Zooplancton (N° de individuos/m<sup>3</sup> de agua de mar filtrada). Malabrigo, junio 2016

|                                   |                          | Estación | 3    | 5    | 6    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | Total | %    |
|-----------------------------------|--------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Concentración(mL/m <sup>3</sup> ) |                          |          | 0,60 | 0,80 | 0,40 | 0,40 | 0,20 | 0,12 | 0,12 | 0,20 |       |      |
| Orden                             | Especie                  | Estadio  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Clupeiformes                      | <i>Engraulis ringens</i> | huevo    |      |      | 1    |      | 1    | 2    |      |      | 4     | 0,1  |
| No determinado                    | No determinado           | huevo    |      | 1    | 1    | 1    | 7    | 2    |      | 2    | 14    | 0,5  |
| Copelata                          | <i>Oikopleura</i> sp.    | adulto   |      |      |      | 1    |      |      |      |      | 1     | 0,0  |
| Sessilia                          | No determinado           | cipris   | 16   | 27   | 13   | 42   | 35   | 15   | 69   | 12   | 229   | 7,5  |
| Calanoida                         | <i>Calanus</i> sp.       | adulto   |      | 3    | 29   | 194  | 260  | 495  | 835  | 193  | 2009  | 65,8 |
| Cyclopoida                        | <i>Oithona nana</i>      | adulto   | 1    | 3    | 12   | 86   | 63   | 126  | 95   | 21   | 407   | 13,3 |
| Poecilostomatoida                 | <i>Oncaea venusta</i>    | adulto   |      | 3    | 21   | 72   | 38   | 63   | 56   | 19   | 272   | 8,9  |
| No determinado                    | No determinado           | nauplio  |      |      |      | 2    |      |      |      |      | 2     | 0,1  |
| Decapoda                          | <i>Emerita analoga</i>   | zoea     |      |      | 10   |      |      |      | 1    |      | 11    | 0,4  |
| Mytilida                          | <i>Mytilus</i> sp.       | larva    | 1    | 18   | 2    | 27   | 2    | 5    | 38   | 3    | 96    | 3,1  |
| Spionida                          | No determinado           | larva    |      |      |      | 2    |      | 2    | 1    |      | 5     | 0,2  |
| Lingulida                         | <i>Discinisca</i> sp.    | larva    |      |      |      |      |      |      | 1    |      | 1     | 0,0  |
| Total                             |                          |          | 18   | 55   | 91   | 425  | 406  | 710  | 1096 | 250  | 3051  | 100  |
| %                                 |                          |          | 0,6  | 1,8  | 3,0  | 13,9 | 13,3 | 23,3 | 35,9 | 8,2  | 100   |      |

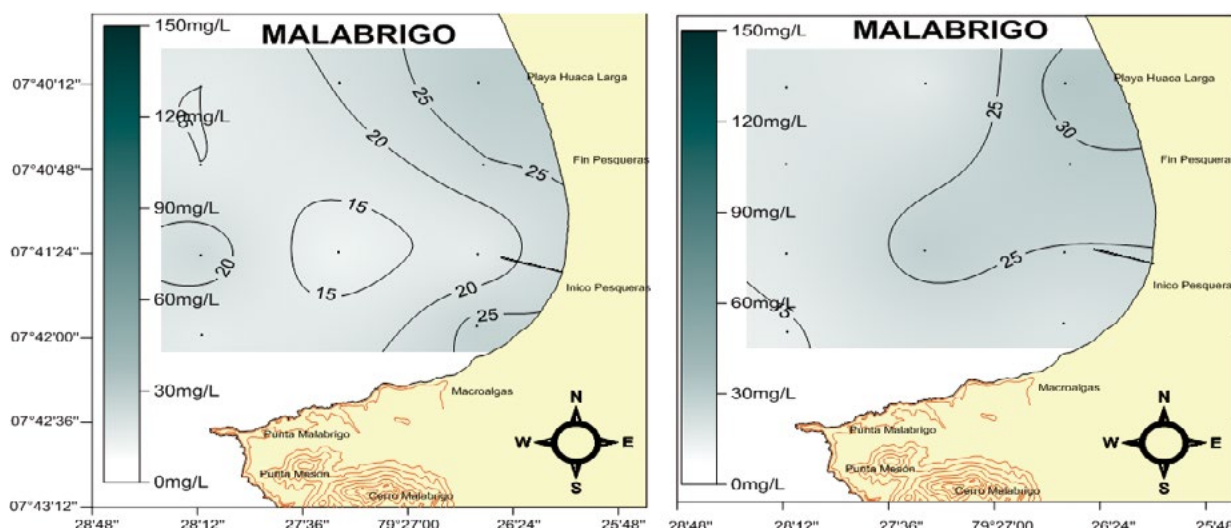


Figura 31.- Distribución y concentración de sólidos suspendidos totales, Malabrigo, junio 2016

**Sólidos Suspendidos Totales (SST).**- En el nivel superficial presentaron distribución ascendente hacia el borde costero (isolíneas de 15 a 25 mL/L) el promedio fue 19,6 mg/L. En el nivel sub superficial presentó similar distribución, el promedio fue 21,7 mg/L. Ambos niveles cumplieron con el Estándar Nacional (Fig. 31).

**Oxígeno disuelto (OD).**- La concentración de OD en superficie presentó valores en un rango de 4,3 a 6,4 mg/L. La menor concentración se halló próxima al muelle artesanal de Malabrigo y la máxima (6,0 mg/L) en el extremo noroeste y a 0,5 mn frente a la última fábrica pesquera. El promedio fue 5,4 mg/L con concentraciones

propias de procesos de surgencias de Aguas Costeras Frías. A un metro del fondo la iso-oxígena que prevaleció fue 1,5 mg/L. La concentración máxima, núcleo de 2,0 mg/L se halló a 50 m al noroeste de la punta del muelle. El promedio fue 1,46 mg/L (Fig. 32).

**Potencial de hidrógeno (pH).**- El potencial registró en el agua de mar valores ligeramente alcalinos, que decrecieron conforme se aproximaron al muelle artesanal de Malabrigo. Varió de 7,73 a 7,94 unidades y 7,63 a 7,78 unidades para los niveles superficial y subsuperficial, respectivamente (Fig. 33). Cumplieron con el Estándar Nacional.

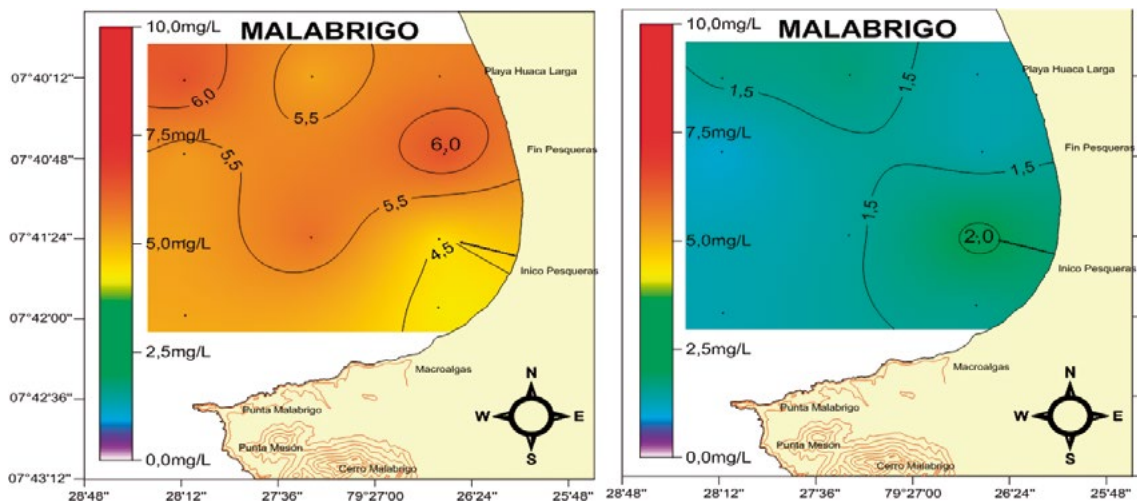


Figura 32.- Distribución del oxígeno en niveles superficial y subsuperficial, Malabrigo, junio 2016

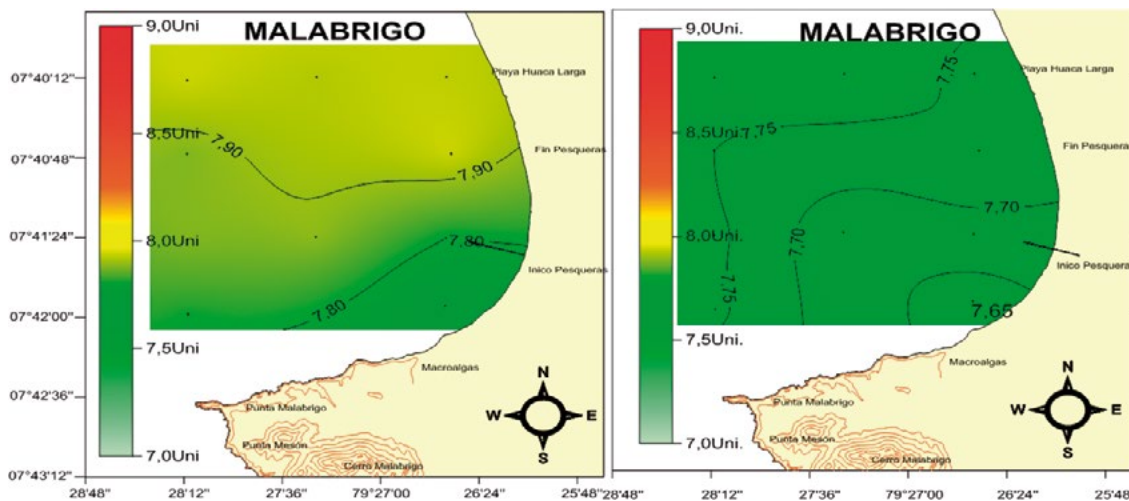


Figura 33.- Distribución del pH en niveles superficial y subsuperficial, Malabrigo, junio 2016

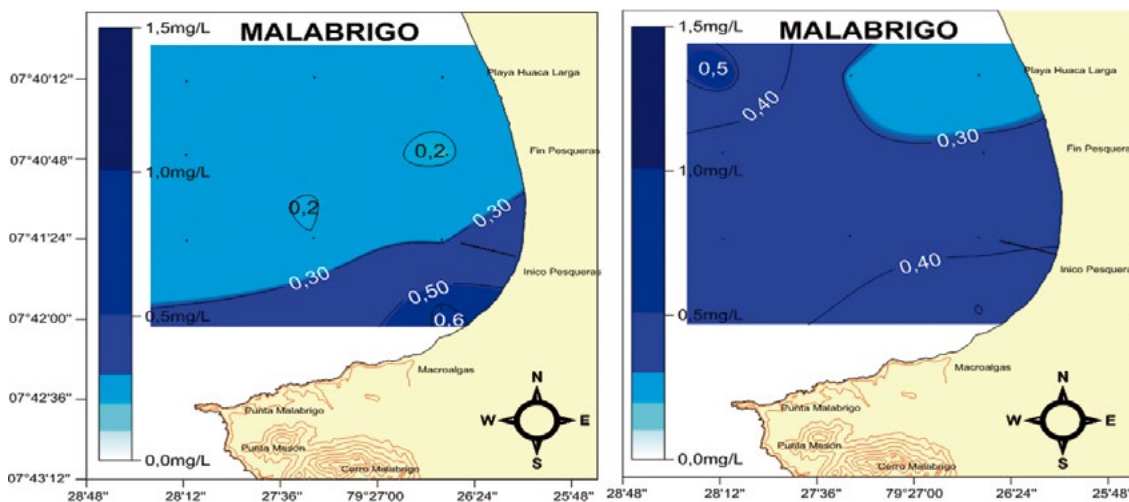


Figura 34.- Distribución de los fosfatos en niveles superficial y subsuperficial, Malabrigo, junio 2016

**Fosfatos.-** La concentración de iones fosfatos en la superficie marina creció conforme se acercó al sureste del área evaluada, originando isolíneas de 0,20 a 0,60 mg/L, promedio en 0,28 mg/L. En el nivel subsuperficial, prevalecieron concentraciones entre 0,30 y 0,40 mg/L, con promedio en 0,36 mg/L (Fig. 34). Las concentraciones promedio de fósforo total en fosfatos, tanto en el nivel superficial como subsuperficial (0,091 y 0,117 mg/L), superaron la concentración de fósforo total establecida en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático (0,062 mg/L) (MINAM 2015).

**Silicatos.-** En superficie fluctuaron de 0,24 a 1,36 mg/L, disminuyendo conforme se aproximó al extremo sureste, próximo al borde costero,

con isolíneas de 1 y 0,5 mg/L. La concentración máxima, foco de 1 mg/L, se ubicó a 2,5 mn frente al muelle artesanal. En el nivel subsuperficial la concentración máxima aumentó, prevalecieron concentraciones entre 0,05 y 1,49 mg/L, promedio 0,80 mg/L (Fig. 35).

**Nitratos.-** En superficie predominaron valores entre 0,50 y 1,00 mg/L. Las mayores concentraciones se ubicaron a 2,5 mn del borde costero y en el muelle artesanal de Malabrigo. El promedio fue 0,83 mg/L. En el nivel sub superficial, la concentración máxima, 2 núcleos de 1 mg/L, se ubicó pegada al borde costero de las plantas pesqueras y a 2 mn frente al muelle artesanal. El promedio fue 0,88 mg/L. En ambos niveles de profundidad las concentraciones no excedieron el Estándar Nacional (Fig. 36).

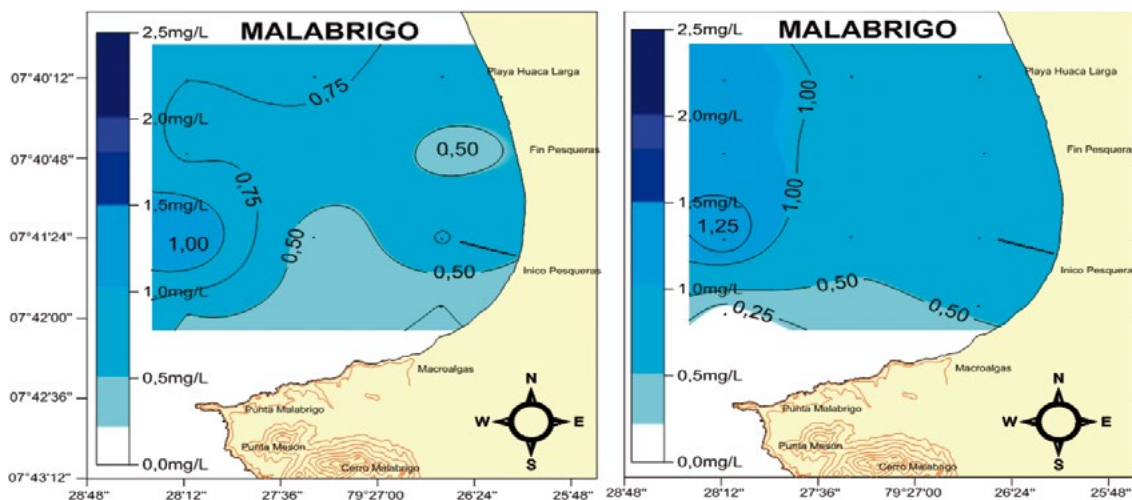


Figura 35.- Distribución de silicatos en niveles superficial y subsuperficial, Malabrigo, junio 2016

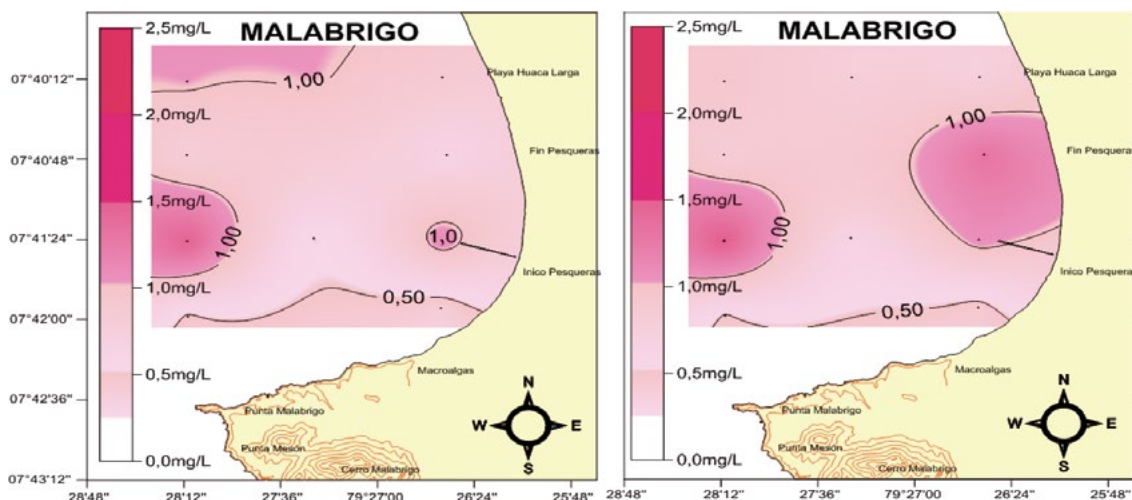


Figura 36.- Distribución de nitratos en niveles superficial y subsuperficial en Malabrigo, junio 2016



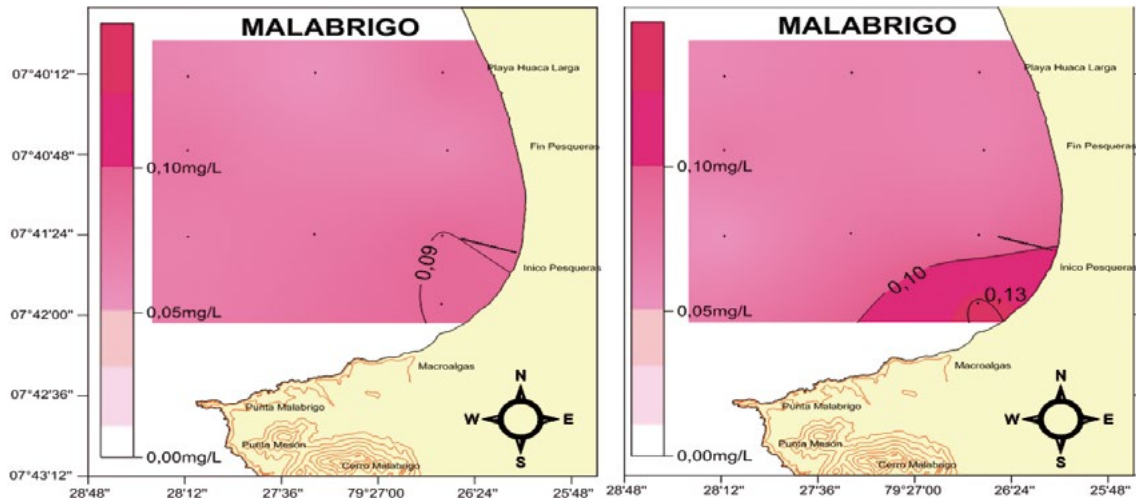


Figura 37.- Distribución de nitritos en niveles superficial y subsuperficial en Malabrigo, junio 2016

**Nitritos.-** En superficie presentaron valores muy homogéneos (0,05 y 0,09 mg/L) con ligera tendencia creciente hacia el sureste del área evaluada (Muelle artesanal). En el nivel subsuperficial se observaron mayores concentraciones, isolínea de 0,13 mg/L, en el borde costero sur. El promedio fue 0,08 mg/L (Fig. 37).

**Aceites y grasas.-** En puerto Malabrigo la concentración de aceites y grasas en la superficie marina, hasta 1 mn del borde costero, presentó valores menores a 1 mg/L, el valor máximo, isolínea de 2 mg/L, se halló a 2 mn al oeste de las Plantas Pesqueras (Fig. 38). Todas las concentraciones encontradas cumplieron con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – Categorías 2 y 4 (MINAM 2015).

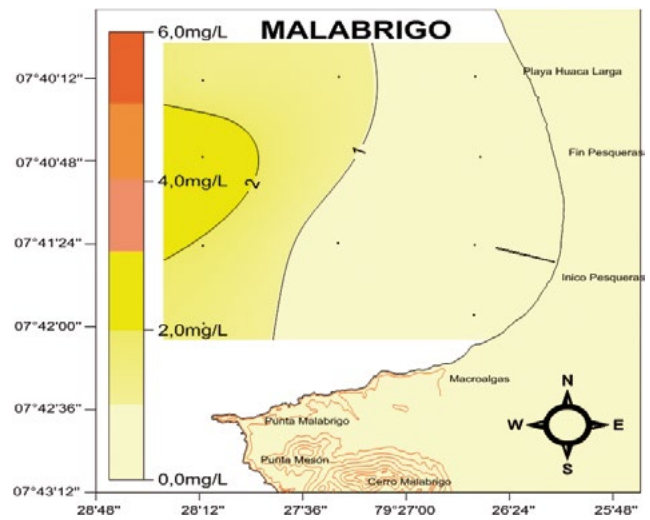


Figura 38.- Distribución de aceites y grasas, en el nivel superficial, Malabrigo, junio 2016

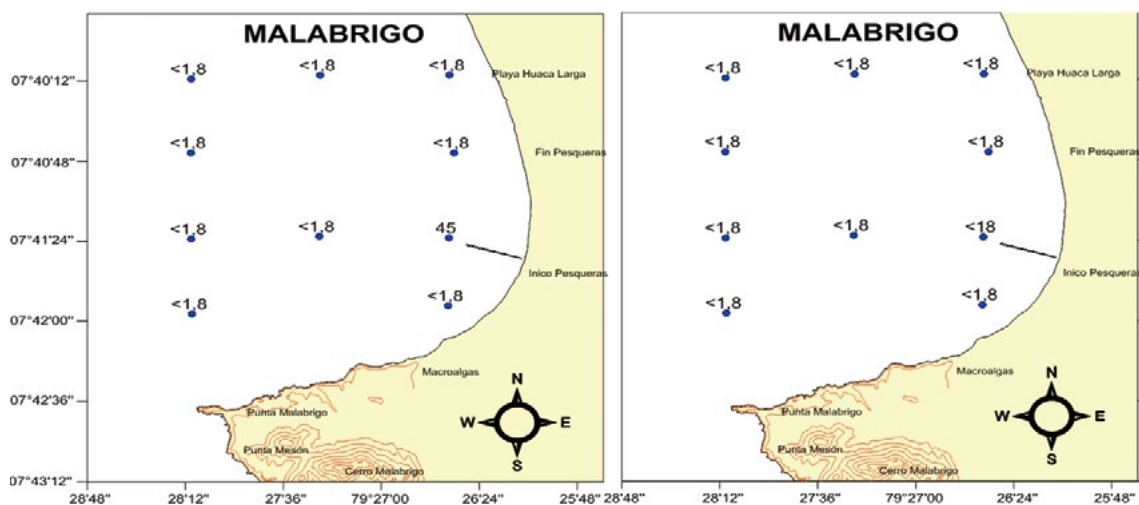


Figura 39.- Distribución de Coliformes totales y termotolerantes en el nivel superficial, Malabrigo, junio 2016

**Coliformes totales y tolerantes.-** En puerto Malabrigo la concentración de coliformes totales y termotolerantes en la superficie marina presentaron concentraciones menores de 1,8 NMP/100 mL, excepto en el extremo final del muelle artesanal (Estación 1) donde presentó el valor máximo para los coliformes totales, 45 NMP/100 mL (Fig. 39). Los Coliformes termotolerantes cumplieron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – Categorías 2 y 4 (MINAM 2015).

**Granulometría.-** Predominó la arena fina, el promedio alcanzado fue 88,70%, seguido de arena gruesa (6,27%). La arena se distribuyó en el 70% del área estudiada; mientras que, en las estaciones 1 y 10, extremo norte central y muelle artesanal, respectivamente, destacó el limo-

arcilla alcanzando el 8,34% de la composición total (Fig. 40).

**Materia orgánica total (MOT).-** El sedimento marino en Malabrigo presentó valores de 2,38 a 6,77%, observándose que la ubicación de la mayor concentración, núcleo de 6,0%, guarda relación con las características granulométricas para los mismos puntos (Fig. 41).

**Metales pesados**

**Cadmio.-** El cadmio total en sedimento presentó concentraciones entre 1,023 y 2,081 mg/kg. La máxima concentración (isolíneas de 2,0 mg/kg) se halló en la zona norte central del área evaluada. Todas las concentraciones no cumplen con los estándares de calidad en la categoría ISQG (CCME 2002) (Fig. 42).

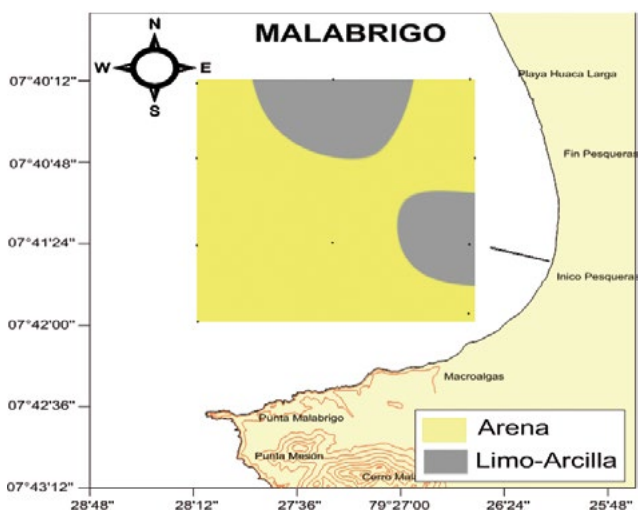


Figura 40.- Distribución de granulometría, Huanchaco-Salaverry, junio 2016

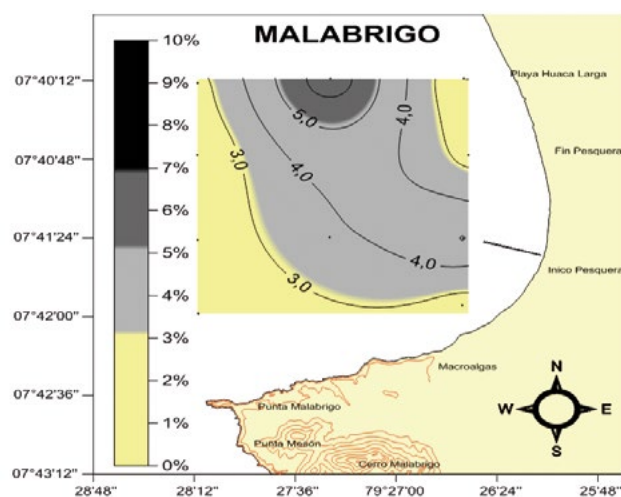


Figura 41.- Distribución materia orgánica total del sedimento marino, Malabrigo, junio 2016

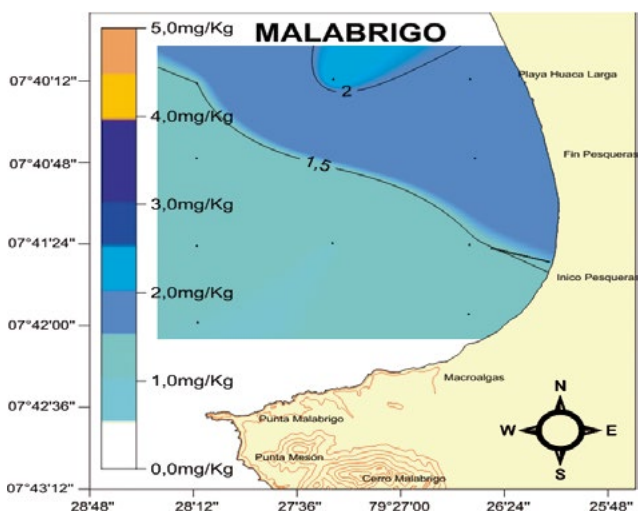


Figura 42.- Distribución del Cadmio total en sedimento, Malabrigo, junio 2016

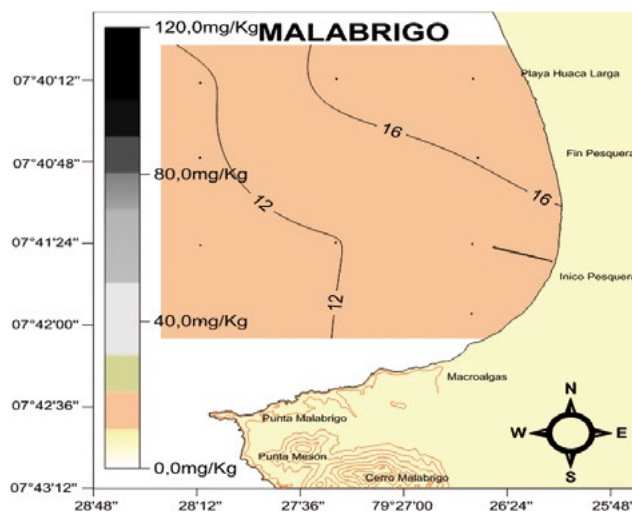


Figura 43.- Distribución del Plomo total en sedimento, Malabrigo, junio 2016

**Plomo.-** Las mayores concentraciones de plomo total en sedimento se ubicaron en la zona noreste (plantas pesqueras), aislónea 16 mg/kg, y las menores, aislónea 12 mg/kg, fuera de 2 mn del borde costero, cumpliendo los estándares de calidad en la categoría ISQG (Fig. 43).

**Mercurio.-** El mercurio total en sedimento presentó concentraciones de 0,07 a 0,09 mg/kg, que originaron aislóneas perpendiculares a la costa, la concentración se incrementó de sur a norte (Fig. 44). Excepto la Estación 6, las concentraciones encontradas sobrepasaron ligeramente los límites permisibles en la categoría ISQG; sin embargo, cumplieron con el PEL.

**Zinc.-** El zinc total en sedimento presentó concentraciones que se incrementaron hacia la línea de orilla, aislóneas de 60 y 70 mg/kg. El

promedio fue 66,83 mg/kg (Fig. 45). En todos los puntos muestreados, las concentraciones encontradas cumplieron con los estándares de calidad en la categoría ISQG y con el PEL.

**Intermareal**

Los parámetros oceanográficos indicaron predominio de las Aguas Costeras Frías con presencia de Aguas Oceánicas. En la Estación A, se hallaron las máximas concentraciones de salinidad, oxígeno y pH, así como la mínima de sólidos suspendidos totales, 55,0 mg/L. El fósforo encontrado en los fosfatos excedió ampliamente el Estándar Nacional (MINAM 2015), no así los nitratos. Respecto con los agentes ambientales microbiológicos, la demanda bioquímica de oxígeno y coliformes termotolerantes, cumplieron los Estándares Nacionales (MINAM 2015) (Tabla 17).

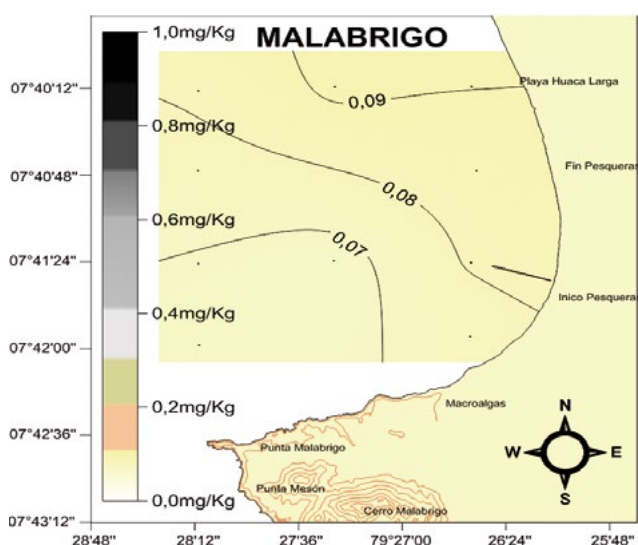


Figura 44.- Distribución del mercurio total en sedimento, Malabrigo, junio 2016

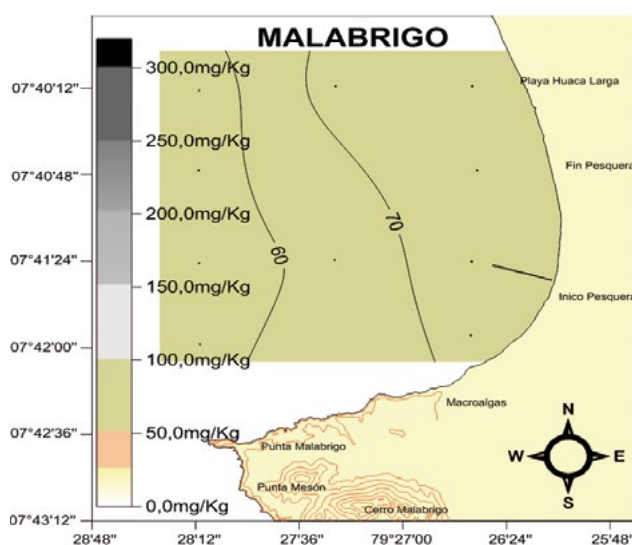


Figura 45.- Distribución del zinc total en sedimento, Malabrigo, junio 2016

Tabla 17.- Concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la intermareal de Malabrigo, junio 2016

|                                       | Mínima | Estación  | Máxima | Estación  | Promedio |
|---------------------------------------|--------|-----------|--------|-----------|----------|
| Temperatura (°C)                      | 18,50  | B         | 19,30  | A         | 18,90    |
| Salinidad (UPS)                       | 35,08  | C         | 35,25  | A         | 35,14    |
| Oxígeno (mg/L)                        | 5,80   | B         | 6,10   | A         | 6,00     |
| Potencial de Hidronio                 | 8,03   | C         | 8,10   | A         | 8,07     |
| Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)    | 55,00  | A y C     | 69,00  | B         | 60,75    |
| Grasas y Aceites (mg/L)               | 0,61   | C         | 0,63   | D         | 0,62     |
| Materia Orgánica Total (%)            | 1,56   | A         | 5,00   | C         | 2,48     |
| Fosfatos (mg/L)                       | 0,53   | A         | 0,76   | B y C     | 0,65     |
| Silicatos (mg/L)                      | 0,30   | B         | 0,81   | A         | 0,54     |
| Nitrato (mg/L)                        | 0,44   | B         | 1,07   | A         | 0,71     |
| Nitrito (mg/L)                        | 0,09   | A         | 0,12   | B,C y D   | 0,11     |
| Coliformes Totales (NMP/100 mL)       | 1,80   | A,B,C y D | 1,80   | A,B,C y D | 1,80     |
| Coliformes termotolerantes NMP/100 mL | 1,8    | A,B,C y D | 1,8    | A,B,C y D | 1,8      |

**Sedimento**

**Materia orgánica total (MOT).**- La mayor concentración de MOT en sedimentos superficiales fue de 5% (Estación C), sedimento constituido por arena fina con restos de conchuela partida, sin olor a sulfuros y color gris suave (Tabla 18).

**Granulometría.**- En la playa de Malabrigo la composición granulométrica del sedimento mostró la predominancia de la arena fina (76,5%) y arena mediana (38,3%) (Fig. 46).

**PACASMAYO**

**Submareal**

**Corrientes marinas.**- La velocidad de las corrientes marinas superficiales alcanzó el rango de 3,0 a 46,0 cm/s, promedio 20,75 cm/s. El flujo ingresó a la ensenada por el suroeste, frente a El Faro, registrando la mayor intensidad, 46,0 cm/s, de todas las zonas evaluadas. Las menores intensidades con proyección nor-noroeste, se registraron en las estaciones centrales y perpendiculares a la costa. A un metro del fondo las velocidades disminuyeron notoriamente, en la ensenada prevalecieron intensidades entre 2 y 3 cm/s, mientras que por fuera de las 3 mn se alcanzaron 26 cm/s, con proyección oeste y norte (Fig. 47).

Tabla 18.- Descripción y % materia orgánica total en el sedimento superficial marino del intermareal de Malabrigo, junio 2016

| Estación | Descripción de la muestra  | % MOT |
|----------|--|-------|
| A        | Arena media más conchuela partida. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: Gley1 7/10Y light greenish gray (gris-verdoso). | 1,56  |
| B        | Arena fina más conchuelas partidas. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: 5Y 7/1 light gray (Gris Claro).                | 1,57  |
| C        | Arena fina más conchuelas partidas. Sin olor a sulfuro.<br>Munsell: 5Y 7/1 light gray (Gris suave).                | 5,05  |
| D        | Arena fina más conchuela partida. Sin olor a sulfuros<br>Munsell: 2.5Y 6/1 gray (Gris).                            | 1,74  |

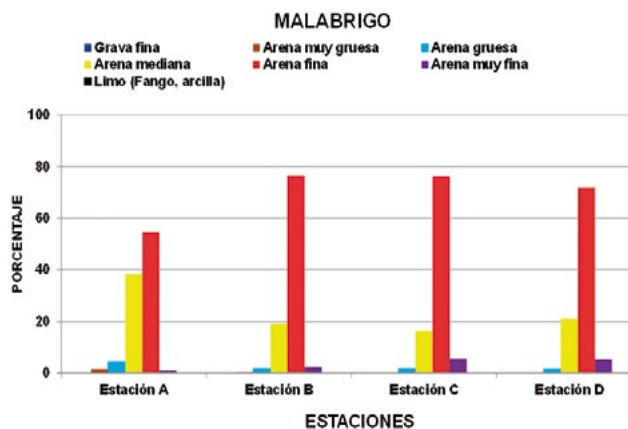


Figura 46.- Distribución granulométrica en playa, Malabrigo, junio 2016

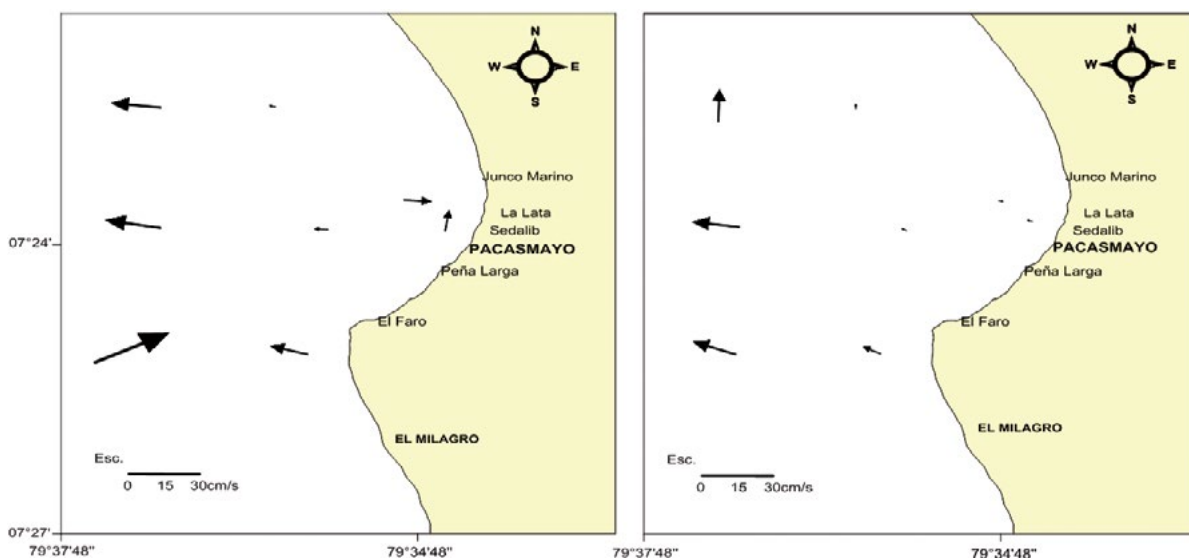


Figura 47.- Distribución de las corrientes marinas en niveles superficial y subsuperficial. Pacasmayo, junio 2016

**Temperatura.-** El comportamiento térmico superficial del mar presentó relación indirecta con la profundidad, isolíneas de 16,8 a 17,0 °C, el promedio fue 16,5 °C. En el nivel subsuperficial presentó similar distribución, isolíneas de 16,2 a 16,4 °C, promedio de 16,2 °C. En ambos niveles los valores máximos se ubicaron pegados al borde costero entre el Muelle Artesanal y La Lata (Fig. 48).

**Salinidad.-** En Pacasmayo la salinidad presentó valores propios de aguas de mezcla, ACF y ASS. Las concentraciones fueron homogéneas. En la superficie se presentaron 2 focos de 36,06 y 35,07 UPS. A nivel de fondo la salinidad disminuyó hacia el muelle artesanal y borde costero de La Lata, los promedios para superficie y fondo fueron de 35,066 y 35,068 UPS, respectivamente (Fig. 49).

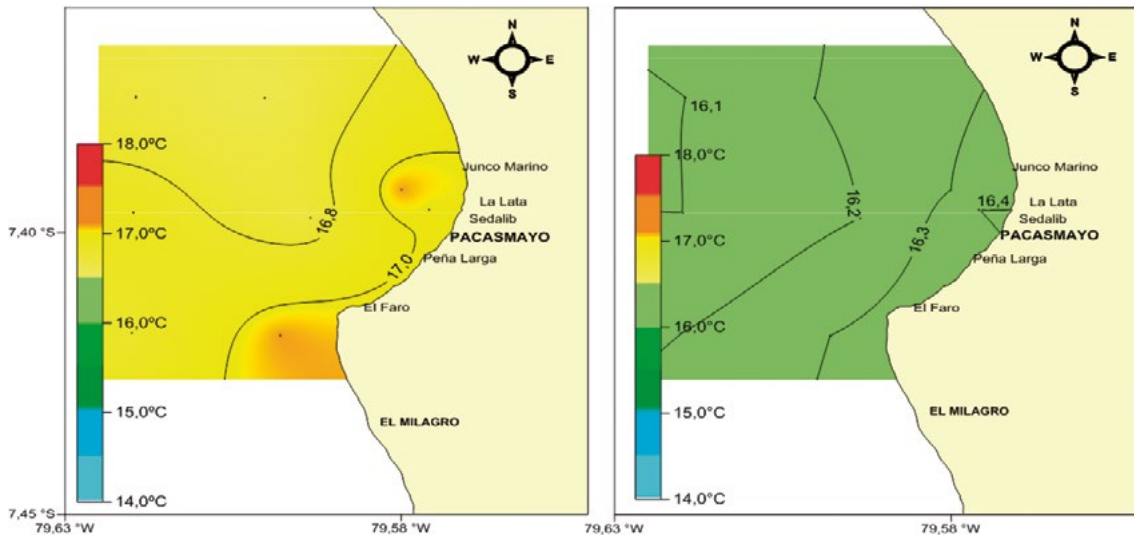


Figura 48.- Distribución de la temperatura en niveles superficial y subsuperficial. Pacasmayo, junio 2016

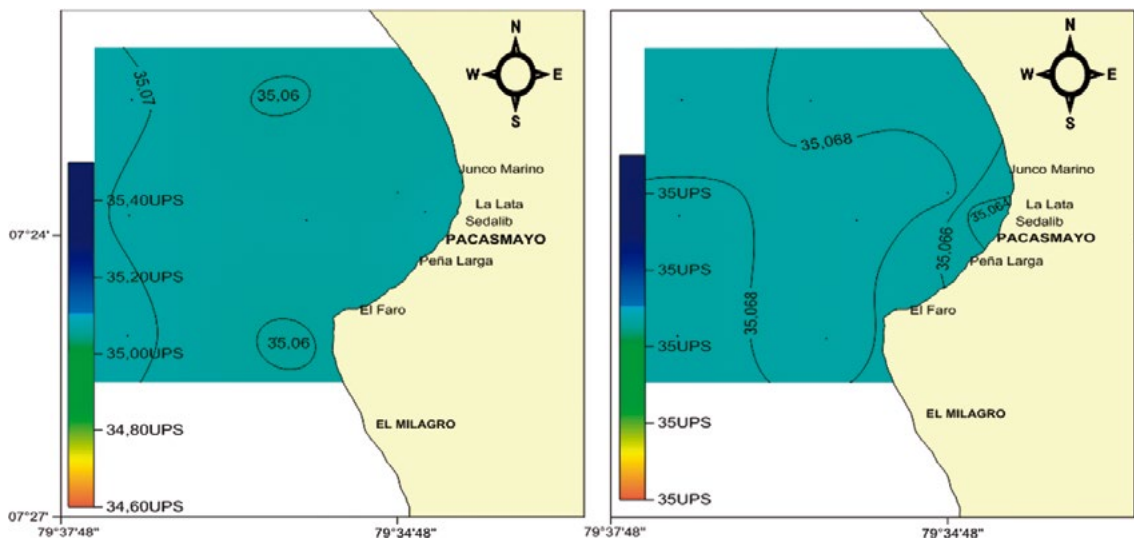


Figura 49.- Distribución de la salinidad en niveles superficial y sub superficial. Pacasmayo, junio 2016

**Transparencia.-** Entre Peña Larga y Junco Marino, dentro de 0,3 mn cerca de la costa, se registró la concentración mínima, isolínea de 3 m, los valores aumentaron hacia el oeste, conforme se alejaban de la playa con isolíneas paralelas de 4, 6 y 8 m. Asimismo, se observó la relación lineal con la temperatura y salinidad superficial del mar (Fig. 50).

**Fitoplancton.-** Se identificaron 35 especies (1 Chrysophyta, 21 diatomeas y 13 dinoflagelados); siendo las diatomeas las especies con mayor número de células, con valores que variaron de 1 a 4, según la escala semi cuantitativa (Tabla 19).

**Zooplancton.-** Se identificaron nueve clases de organismos zooplanctones conformados por 16 especies, siendo el grupo más numeroso la subclase Copepoda (99,4%) (Tabla 20). Las especies dominantes fueron *Calanus* sp. (88,5%), *Oithona nana*. Las larvas del orden Spionida y *Capitella* sp. de la Clase Polychaeta, también presentes en las muestras de dos estaciones, son indicadores biológicos de contaminación marina. El número de zooplanctones fue de 13.321 individuos, promedio de 1.665 individuos/m<sup>3</sup>, siendo la estación cuatro la de mayor abundancia relativa.

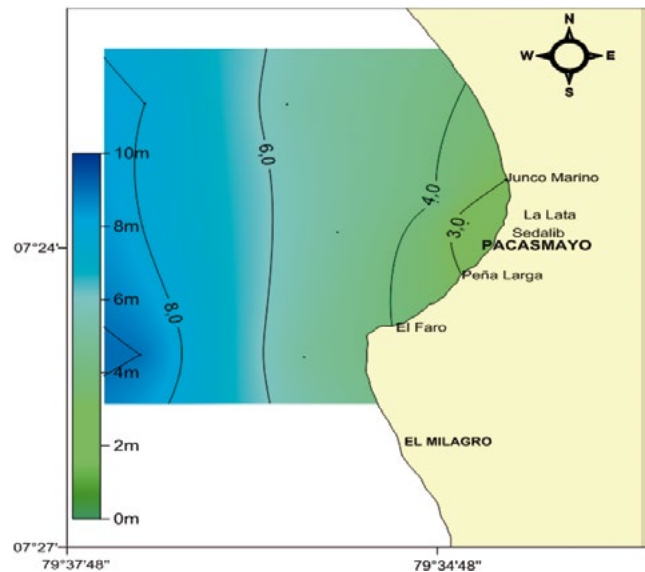


Figura 50.- Transparencia, Pacasmayo. Junio 2016

**Sólidos Suspendidos Totales (SST).-** En el nivel superficial, los SST presentaron concentraciones que oscilaron entre 14 y 45 mg/L. En gran parte de la zona evaluada, las concentraciones fueron menores a 30 mg/L, por debajo de los valores máximos permisibles. En el fondo, la concentración aumentó hacia el borde costero de La Lata y Sedalib, en la zona central de la ensenada isolíneas de 25 a 55 mg/L, promedio 31,4 mg/L (Fig. 51).

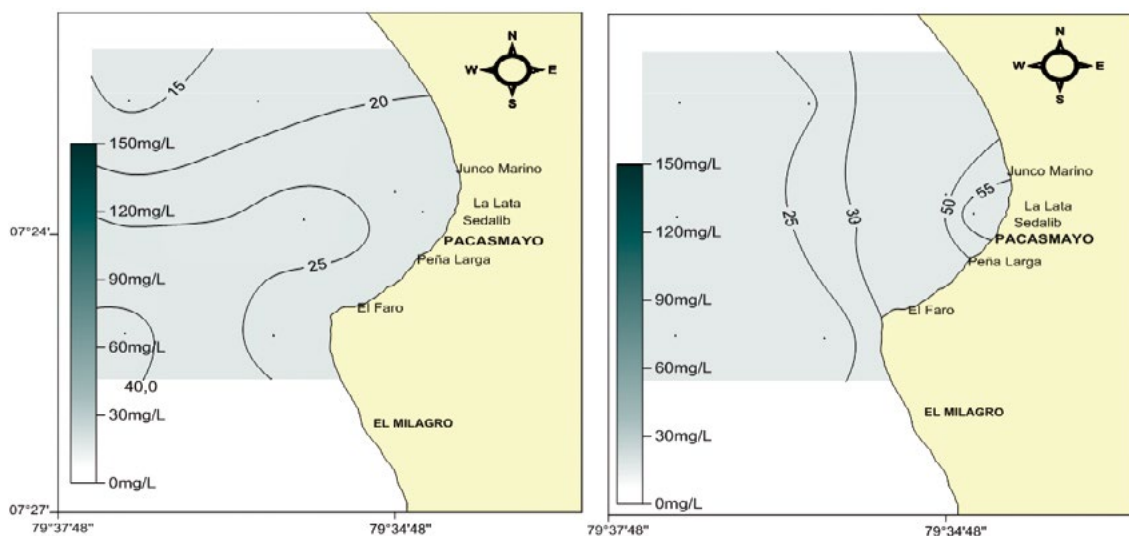


Figura 51.- Distribución y concentración de sólidos suspendidos totales en superficie. Pacasmayo, junio 2016

Tabla 19.- Análisis semicuantitativo de fitoplancton en superficie, frente a Pacasmayo, junio 2016

| Estación                            | E-1 | E-2 | E-3 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| CHRYSOPHYTA                         |     |     |     |     |     |     |     |      |
| <i>Dictyocha fibula</i>             | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0    |
| DIATOMEAS                           |     |     |     |     |     |     |     |      |
| <i>Actinocyclus splendens</i>       | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| <i>Amphiprora</i> sp.               | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    |
| <i>Coscinodiscus centralis</i>      | 4   | 4   | 2   | 2   | 2   | 4   | 4   | 4    |
| <i>Coscinodiscus gigas</i>          | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 1    |
| <i>Coscinodiscus granii</i>         | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Chaetoceros affinis</i>          | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0    |
| <i>Chaetoceros curvisetus</i>       | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0    |
| <i>Chaetoceros lorenzianus</i>      | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Chaetoceros decipiens</i>        | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Detonula pumila</i>              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>       | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0    |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>       | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0    |
| <i>Lithodesmiun undulatum</i>       | 0   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0    |
| <i>Navicula</i> sp.                 | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| <i>Neocalyptrella robusta</i>       | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0    |
| <i>Pleurosigma angulatum</i>        | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Pleurosigma elongatum</i>        | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0    |
| <i>Proboscia alata</i>              | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0    |
| <i>Pseudo-nitzschia cf. seriata</i> | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0    |
| <i>Pseudo-nitzschia closterium</i>  | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0    |
| <i>Thalassiosira rotula</i>         | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0    |
| DINOFLAGELADOS                      |     |     |     |     |     |     |     |      |
| <i>Ceratium tripos</i>              | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Ceratium breve</i>               | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0    |
| <i>Dinohysis caudata</i>            | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Tripos dens</i>                  | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| <i>Tripos furca</i>                 | 0   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Tripos fusus</i>                 | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Tripos macroceros</i>            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0    |
| <i>Protoperidinium conicum</i>      | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Protoperidinium crassipes</i>    | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| <i>Protoperidinium depressum</i>    | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1    |
| <i>Protoperidinium excentricum</i>  | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| <i>Protoperidinium oceanicum</i>    | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1    |
| <i>Protoperidinium pentagonum</i>   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1    |

Legenda: Ausente: 0, Presente: 1, Escaso: 2, Abundante: 3, Muy abundante: 4

**Oxígeno disuelto (OD).**- El oxígeno en la superficie marina varió de 4,36 a 6,29 mg/L, originando un núcleo de 4,5 mg/L frente a Junco Marino e isoxígenas de 5 y 6 mg/L, promedio en 5,08 mg/L. El oxígeno disuelto guardó relación con la intensidad de las corrientes marinas. A un metro del fondo, se originó 1 núcleo de 0,8 mg/L frente a La Lata e isoxígenas de 1,2 y 1,6 mg/L, que se distribuyeron en gran parte del área evaluada, el promedio fue 1,28 mg/L (Fig. 52).

**Potencial de hidrógeno (pH).**- La concentración superficial varió entre 7,74 y 7,88 unidades. Se halló una distribución homogénea que generó isolíneas de 7,75 a 7,85 unid. El mínimo valor se ubicó a 1,2 mn de la costa entre Junco Marino y La Lata. En el nivel sub superficial el menor valor, isolínea de 7,65, se ubicó próximo al borde costero central de la ensenada. El pH aumentó ligeramente hacia el oeste, isolínea de 7,70 unid. (Fig. 53). Estas concentraciones cumplieron con los Estándares Nacionales.

Tabla 20.- Zooplancton (Nº de individuos/m<sup>3</sup> de agua de mar filtrada). Pacasmayo, junio 2016

|                                   |                             | Estación | 1    | 2    | 3    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | Total | %    |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Concentración(mL/m <sup>3</sup> ) |                             |          | 1,60 | 8,80 | 0,04 | 0,08 | 0,40 | 0,40 | 2,40 | 0,08 |       |      |
| Orden                             | Especie                     | Estadio  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Clupeiformes                      | <i>Engraulis ringens</i>    | larva    |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 3     | 0,0  |
|                                   | <i>Engraulis ringens</i>    | huevo    | 6    |      |      | 18   |      | 5    | 2    | 5    | 36    | 0,3  |
| No determinado                    | No determinado              | huevo    |      |      |      |      |      | 2    |      | 3    | 5     | 0,0  |
| Copelata                          | <i>Oikopleura</i> sp.       | adulto   | 1    | 1    |      |      |      |      |      |      | 2     | 0,0  |
| Sessilia                          | No determinado              | cipris   | 1    |      |      |      |      |      |      | 2    | 3     | 0,0  |
| Calanoida                         | <i>Calanus</i> sp.          | adulto   | 636  | 1181 | 2245 | 3521 |      | 724  | 559  | 2917 | 11783 | 88,5 |
| Calanoida                         | <i>Centropages furcatus</i> | adulto   | 186  |      |      |      |      |      |      |      | 186   | 1,4  |
| Cyclopoida                        | <i>Oithona nana</i>         | adulto   | 49   | 105  | 129  | 350  |      | 135  | 68   | 156  | 992   | 7,4  |
| Poecilostomatoida                 | <i>Oncaea venusta</i>       | adulto   | 29   | 36   | 59   | 120  |      |      |      | 29   | 273   | 2,0  |
| No determinado                    | No determinado              | nauplio  |      |      | 1    | 1    | 1    |      |      |      | 3     | 0,0  |
| Decapoda                          | <i>Emerita analoga</i>      | zoea     |      |      |      | 2    |      | 3    | 1    | 2    | 8     | 0,1  |
| Mytilida                          | <i>Mytilus</i> sp.          | larva    |      | 2    | 1    |      |      |      |      | 2    | 5     | 0,0  |
| Siphonophorae                     | No determinado              | adulto   |      |      | 1    | 1    |      |      |      |      | 2     | 0,0  |
| Spionida                          | No determinado              | larva    |      |      |      |      | 2    |      | 3    |      | 5     | 0,0  |
|                                   | <i>Capitella</i> sp.        | larva    |      |      |      | 2    |      | 1    |      |      | 3     | 0,0  |
| Phyllodocida                      | <i>Nephtys</i> sp.          | larva    |      |      |      |      |      |      |      | 3    | 3     | 0,0  |
| No determinado                    | No determinado              | larva    |      |      |      |      | 1    |      | 5    | 3    | 9     | 0,1  |
| Total                             |                             |          | 908  | 1325 | 2436 | 4015 | 4    | 871  | 639  | 3123 | 13321 | 100  |
| %                                 |                             |          | 6,8  | 9,9  | 18,3 | 30,1 | 0,0  | 6,5  | 4,8  | 23,4 | 100   |      |

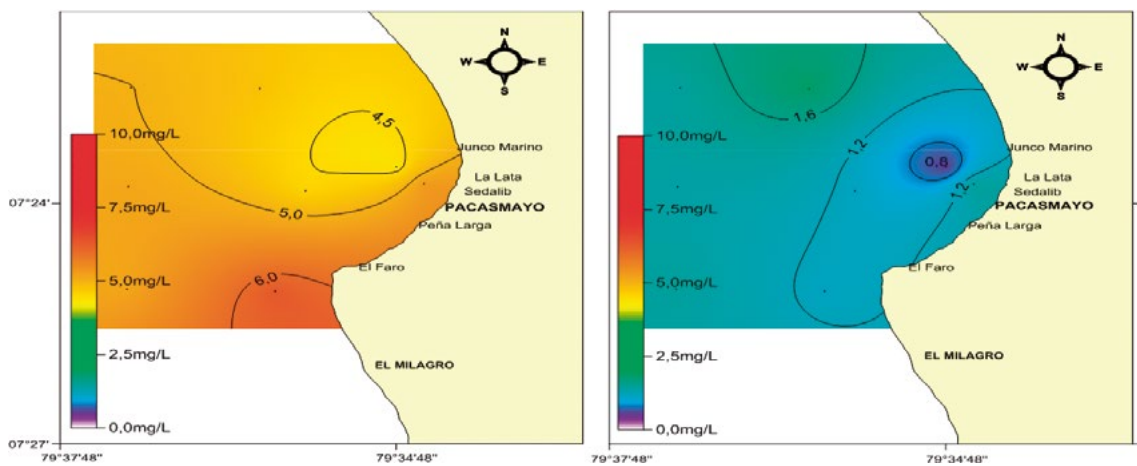


Figura 52.- Distribución y concentración del oxígeno en superficie y fondo. Pacasmayo, junio 2016

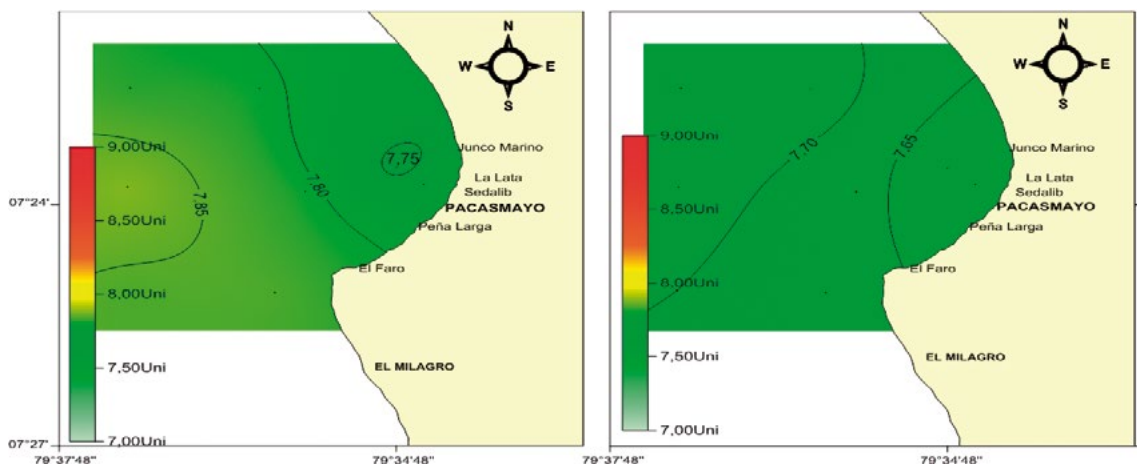


Figura 53.- Distribución y concentración del pH en superficie y fondo. Pacasmayo, junio 2016



**Fosfatos.-** Los fosfatos en superficie mostraron valores de 0,18 a 0,70 mg/L (isolíneas de 0,20 a 0,50 mg/L) hacia el borde costero de la ensenada, promedio 0,31 mg/L. En fondo la concentración aumentó con proyección noreste, hacia Junco Marino, (isolíneas de 0,30 a 0,50 mg/L), promedio 0,37 mg/L (Fig. 54). En toda la columna de agua la concentración de fósforo contenida en los fosfatos no cumplió con los Estándares Nacionales vigentes.

**Silicatos.-** En superficie las concentraciones fueron mayores a 0,24 y menores a 1,57 mg/L. El promedio fue 0,61 mg/L. Se observaron isolíneas de 0,50 a 1 mg/L, con tendencia creciente desde la parte sur hacia el noreste. A un metro del fondo, la concentración se

incrementó con respecto al nivel superficial, fue mayor a 0,35 y menor a 2,06 mg/L, promedio 0,90 mg/L y la máxima concentración se ubicó por fuera de las 2,0 mn del borde costero de El Faro (Fig. 55).

**Nitratos.-** Los nitratos en superficie presentaron valores menores con respecto al Estándar Nacional, observándose isolíneas de 1 y 0,50 mg/L; la mayor concentración se halló en el noreste, zona costera del Junco Marino, el promedio fue 0,80 mg/L. En el nivel subsuperficial, la concentración promedio se incrementó 0,18 mg/L con respecto al promedio en superficie. La isolínea de 0,10 mg/L se distribuyó en gran parte el área evaluada. Valores mayores de 1 mg/L se ubicaron a 2,0 mn frente a El Faro (Fig. 56).

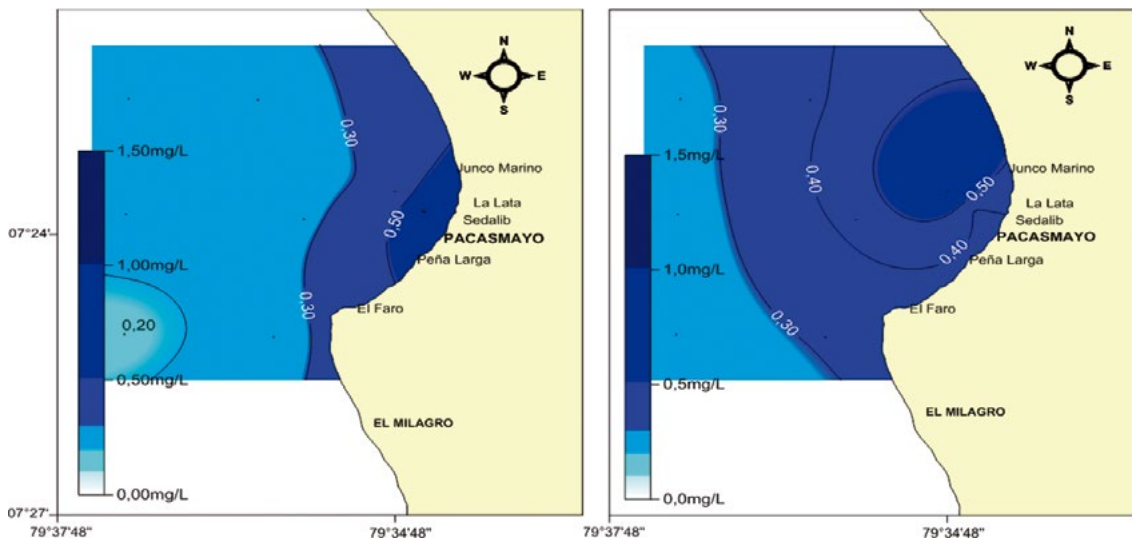


Figura 54.- Distribución y concentración de los fosfatos en superficie y fondo. Pacasmayo, junio 2016

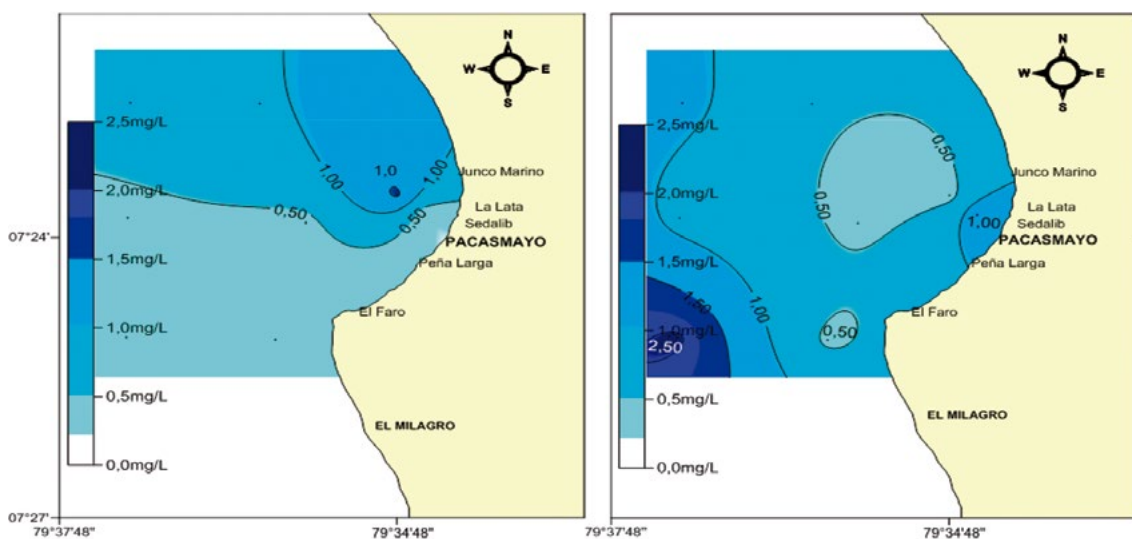


Figura 55.- Distribución y concentración de silicatos en superficie y fondo. Pacasmayo, junio 2016

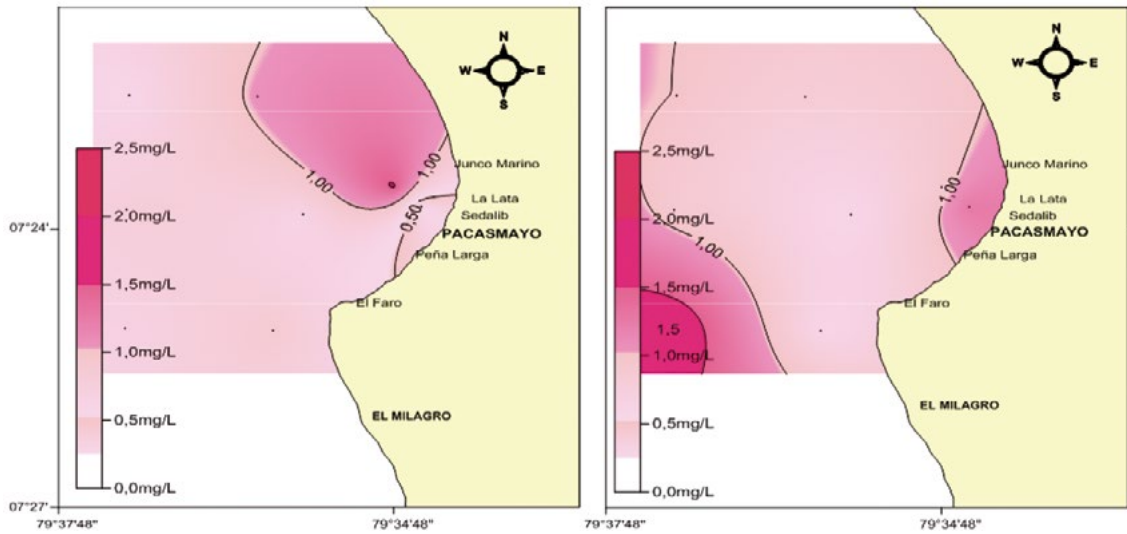


Figura 56.- Distribución y concentración de nitratos en superficie y fondo. Pacasmayo, junio 2016

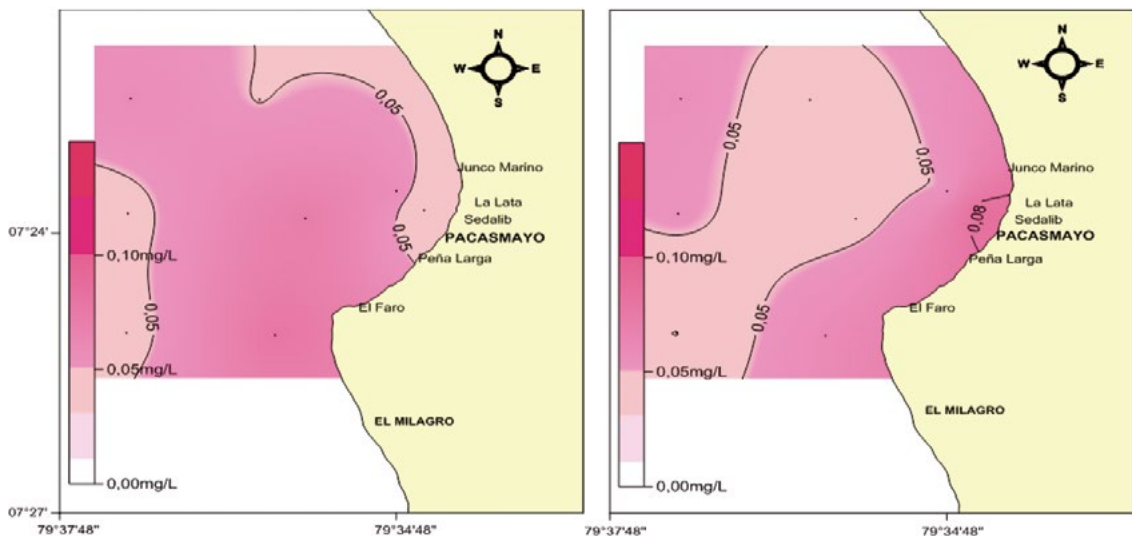


Figura 57.- Distribución y concentración de nitritos en superficie y fondo. Pacasmayo, junio 2016

**Nitritos.-** En ambos niveles de profundidad se presentaron concentraciones bajas, con promedios iguales. En superficie, concentraciones entre 0,05 y 1 mg/L se distribuyeron en la zona central. A un metro del fondo presentó distribución inversa. La mayor concentración, isolínea 0,08 mg/L, se halló pegada al borde costero entre Sedalib y La Lata (Fig. 57).

**Aceites y grasas.-** En la superficie marina las concentraciones se encontraron de 0,21 a 2,89 mg/L, promedio 1,23 mg/L, formaron isolíneas de 1 y 2 mg/L paralelas a la costa. A 0,5 mn frente a Sedalib se halló la máxima concentración, 2,89 mg/L (Fig. 58). Comparado con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua se observó que cumplió la Categoría 4; sin embargo, sobrepasó la Categoría 2 (MINAM 2015).

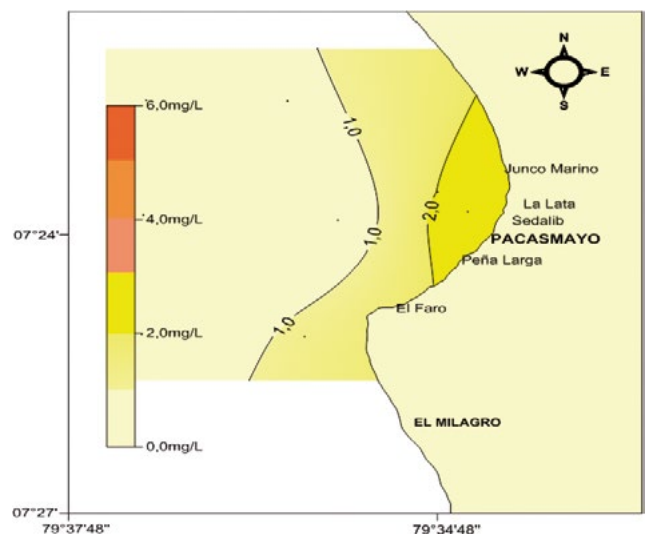


Figura 58.- Distribución y concentración de aceites y grasas en superficie. Pacasmayo, junio 2016

**Coliformes totales y termotolerantes.-** En todos los puntos muestreados, las concentraciones de coliformes totales y termotolerantes en la superficie marina fueron menores a 1,8 NMP/100 mL (Fig. 59). Verificando los resultados obtenidos se observó que los valores de Coliformes termotolerantes estuvieron por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua en las Categorías 2 y 4 (MINAM 2015).

**Granulometría.-** La composición estuvo conformada de arena y limo-arcilla, alcanzando hasta 80,4% (arena muy fina) y 28,0% (limo-arcilla) (Fig. 62). Las muestras obtenidas mostraron que el tamaño de partícula más pequeño, limo-arcilla, se distribuyó en la parte central del área evaluada (Fig. 60).

**Materia orgánica total (MOT).-** En las muestras de la superficie del sedimento predominó la arena fina con restos de conchuela, sin olor a sulfuros y de colores grises, seguido del fango con moderado olor a sulfuros y de colores grises. El contenido de materia orgánica varió de 2,35 a 4,09%, promedio fue 3,14% (Tabla 21, Fig. 61).

**Metales pesados**

**Cadmio.-** En la superficie del sedimento superficial, a profundidades entre 7 y 18 m, la concentración fluctuó de 0,301 a 2,385 mg/kg, el promedio fue 1,655 mg/kg; aumentó conforme se alejó del borde costero, con isóneas de 0,5 a 2,5 mg/kg (Fig. 62). Por fuera de 1 mn el cadmio sobrepasó los estándares permitidos (CCME 2002) en la categoría ISQG; sin embargo, no superaron el PEL.

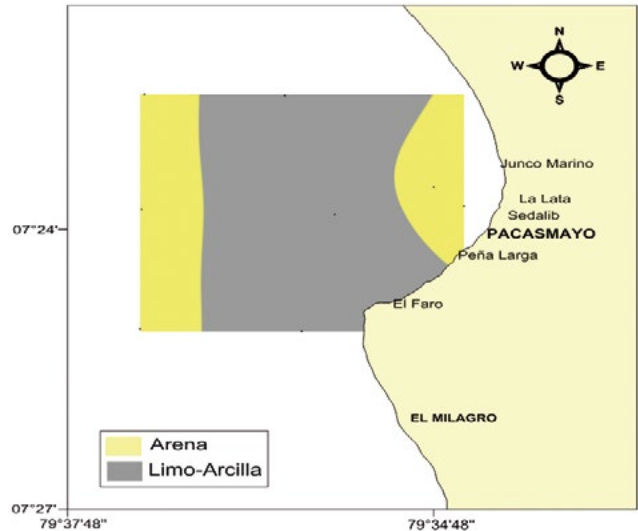


Figura 60.- Composición granulométrica en sedimento superficial. Pacasmayo, junio 2016

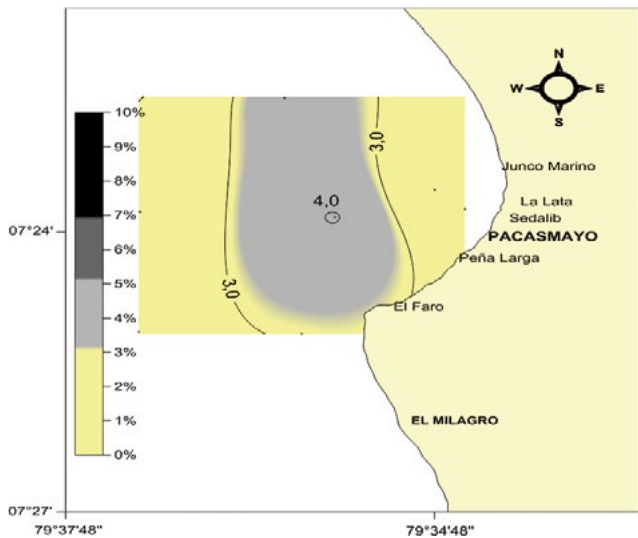


Figura 61.- Distribución y concentración del contenido de materia orgánica en sedimento. Pacasmayo, junio 2016

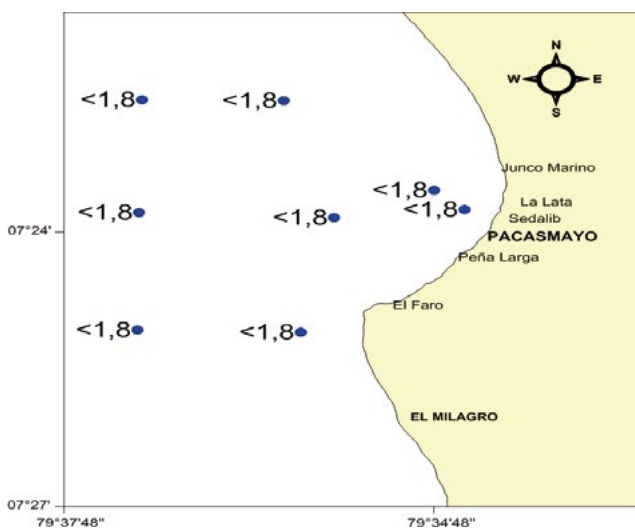


Figura 59.- Distribución y concentración de coliformes totales y termotolerantes en superficie. Pacasmayo, junio 2016

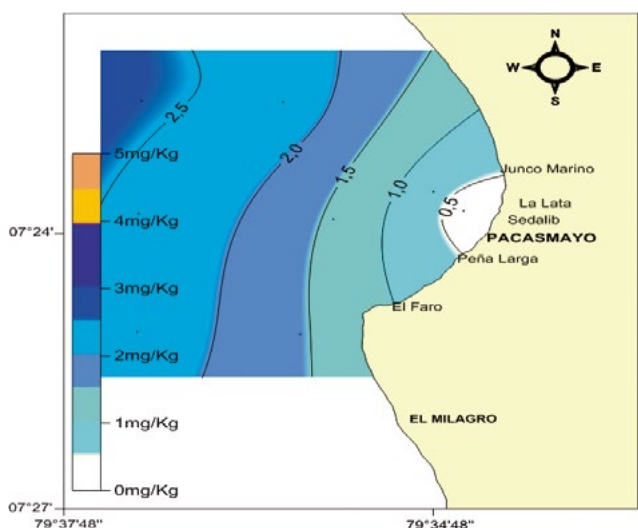


Figura 62.- Distribución y concentración de cadmio en sedimento. Pacasmayo, junio 2016

Tabla 21.- Descripción y % materia orgánica total en sedimento superficial marino en Pacasmayo, junio 2016

| Est. | Observaciones de la muestra   | % MOT |
|------|---|-------|
| 1    | Arena fina más fango más restos de conchuela. Fuerte olor a sulfuros<br>Munsell: 2.5Y 5/1 Gris  | 2,35  |
| 2    | Arena fina – limo más conchuelas. Sin olor a sulfuros.<br>Munsell: 5Y 5/2 Gris Oliva.           | 4,09  |
| 3    | Fango más restos de conchuela. Fuerte olor a sulfuro.<br>Munsell: 5Y 5/2 Gris Oliva.            | 3,03  |
| 6    | Arena fina sin restos de conchuela. Sin olor a sulfuros.<br>Munsell: Gley 1 5/10Y Gris Verdoso. | 2,69  |
| 9    | Fango. Moderado olor a sulfuro.<br>Munsell: 2.5Y 5/1 Gris.                                      | 3,53  |

**Plomo.-** En el sedimento varió de 8,15 a 14,92 mg/kg, el promedio fue 11,79 mg/kg. El menor valor, isolínea de 10,0 mg/kg, se halló hasta 1 mn del borde costero de Peña Larga y Junco Marino (Fig. 63). Toda el área evaluada presentó valores bajos, acordes a los estándares permitidos (CCME 2002) en la categoría ISQG.

**Mercurio.-** La concentración de mercurio total en el sedimento superficial presentó valores menores a los máximos permisibles (CCME 2002) en las categorías ISQG y PEL. En general la concentración, isolíneas de 0,08 a 0,04 mg/kg, se encontró en relación directa con la profundidad, decreciendo conforme se aproximó a la línea de playa, frente a La Lata. El promedio fue 0,06 mg/kg (Fig. 64).

**Zinc.-** En el sedimento la concentración de zinc total presentó todos sus valores por debajo del 55% (CCME 2002) en la categoría ISQG. Se observó que la concentración máxima, 2 núcleos de 63 mg/kg, se halló frente al borde costero de El Faro y en el extremo norte central del área evaluada, ambas muestras fueron tomadas a 12 m de profundidad (Fig. 65).

**Intermareal**

En la zona intermareal, Estaciones A, B y C, se apreció influencia de aguas residuales provenientes de actividades antrópicas, los valores termohalinos indicaron presencia de las Aguas Costeras Frías y hubo un registro de Aguas Oceánicas (Tabla 22).

En todos los puntos muestreados el oxígeno fue >4 mg/L asociado a pH de 8,02 a 8,33 Unidades (Tabla 22). La playa El Faro fue la más oxigenada debido muy probablemente a la intensa actividad fotosintética de las macroalgas.

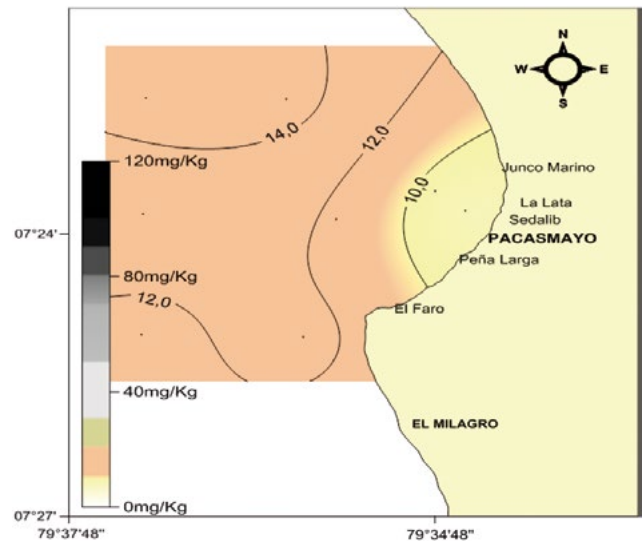


Figura 63.- Distribución y concentración de plomo en sedimento. Pacasmayo, junio 2016

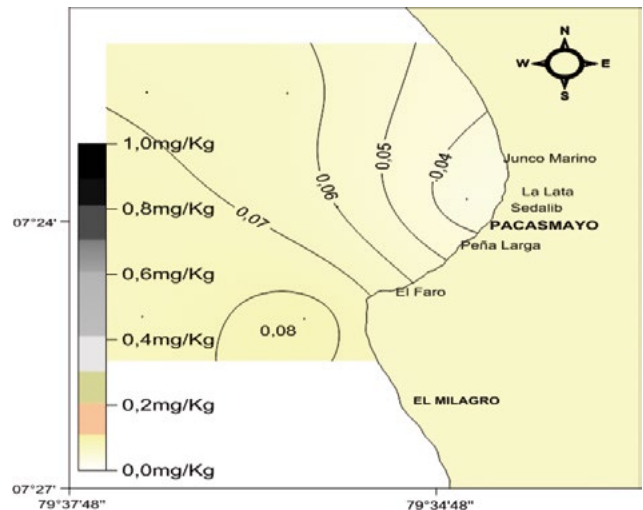


Figura 64.- Distribución y concentración de mercurio en sedimento. Pacasmayo, junio 2016

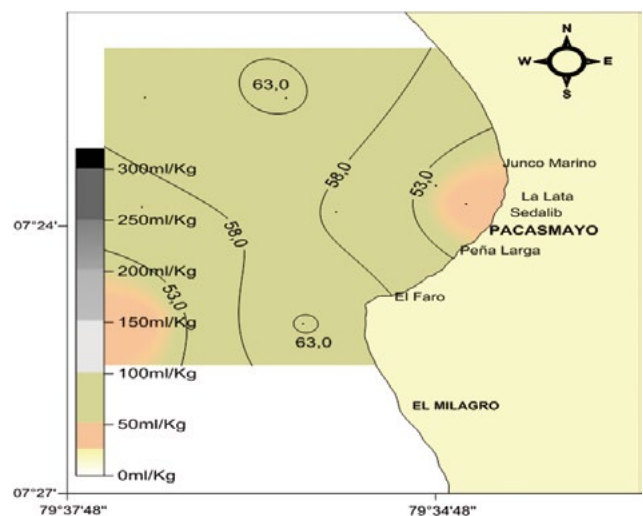


Figura 65.- Distribución y concentración de zinc en sedimento. Pacasmayo, junio 2016

Tabla 22.- Concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la intermareal de Pacasmayo, junio 2016

| Pacasmayo                               | Mínima | Estación | Máxima | Estación | Promedio |
|---|--------|----------|--------|----------|----------|
| Temperatura °C                          | 17,60  | F        | 19,90  | D y F    | 19,17    |
| Salinidad (UPS)                         | 34,56  | C        | 35,12  | E        | 34,83    |
| Oxígeno (mg/L)                          | 6,30   | C        | 7,25   | E        | 6,63     |
| Potencial de Hidronio                   | 8,02   | A y F    | 8,33   | E        | 8,11     |
| Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)      | 23,00  | E        | 48,50  | C        | 40,25    |
| Aceites y Grasas (mg/L)                 | 0,60   | A        | 1,30   | C        | 0,95     |
| Materia Orgánica Total (%)              | 1,47   | B        | 1,92   | A        | 1,69     |
| Fosfatos (mg/L)                         | 0,26   | D        | 0,50   | A        | 0,39     |
| Silicatos (mg/L)                        | 0,24   | E        | 1,30   | B        | 0,57     |
| Nitrato (mg/L)                          | 0,44   | B        | 0,59   | D        | 0,51     |
| Nitrito (mg/L)                          | 0,04   | E y F    | 0,07   | A y C    | 0,06     |
| Coliformes Totales (NMP/100 mL)         | 1,80   | A,D y E  | 780,00 | C        | 163,68   |
| Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) | 1,80   | A y E    | 450,00 | C        | 95,68    |

El fósforo en los fosfatos superó el Estándar Nacional; mientras que, los nitratos cumplieron con el Estándar Nacional (Tabla 22).

La mayor concentración de los coliformes totales (780NMP/100mL) y termotolerantes (450NMP/100 mL) se detectó en la playa el Muelle; mientras que, cuatro puntos muestreados presentaron valores menores a 33 y 23 NMP/100 mL (Tabla 22). Todos los puntos evaluados cumplieron con el Estándar Nacional (MINAM 2015).

### MALABRIGO – PACASMAYO

Se identificaron 15 especies (12 diatomeas y 3 dinoflagelados); siendo las diatomeas las especies con mayor número de células, con valores que variaron de 1 a 4 según la escala semi cuantitativa (Tabla 23).

### Sedimento

**Materia orgánica total (MOT).**- El sedimento en la zona intermareal de Pacasmayo estuvo constituido por arena fina (Estaciones B, C) y arena media (estaciones A, D); además se apreció que contenían conchuelas partidas, las muestras no tenían olor a sulfuros.

Empleando el “Munsell soil color book” se determinó que prevaleció el color Gris suave. El porcentaje de Materia Orgánica Total mayor fue 1,92% (Tabla 24).

**Granulometría.**- La composición granulométrica del sedimento fue arena muy fina a gruesa; la arena muy fina varió entre 50 y 79% (Fig. 66).

Tabla 23.- Análisis semicuantitativo de fitoplancton en la zona intermareal de Malabrigo y Pacasmayo, junio 2016

| Estación                            | E-A | E-B | E-C |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|
| DIATOMEAS                           |     |     |     |
| <i>Asterionellopsis glacialis</i>   | 0   | 1   | 0   |
| <i>Coccinodiscus centralis</i>      | 2   | 2   | 4   |
| <i>Coccinodiscus gigas</i>          | 1   | 1   | 1   |
| <i>Coccinodiscus granii</i>         | 1   | 1   | 1   |
| <i>Chaetoceros curvoisetus</i>      | 0   | 0   | 1   |
| <i>Chaetoceros lorenzianus</i>      | 0   | 1   | 1   |
| <i>Chaetoceros decipiens</i>        | 0   | 1   | 1   |
| <i>Lithodesmiun undulatum</i>       | 0   | 1   | 0   |
| <i>Pleurosigma angulatum</i>        | 1   | 1   | 1   |
| <i>Pseudo-nitzschia cf. seriata</i> | 0   | 0   | 0   |
| <i>Odontella aurita</i>             | 0   | 0   | 1   |
| <i>Thalassiosira rotula</i>         | 1   | 1   | 1   |
| DINOFLAGELADOS                      |     |     |     |
| <i>Ceratium breve</i>               | 0   | 0   | 1   |
| <i>Protoperidinium depressum</i>    | 1   | 0   | 1   |
| <i>Protoperidinium solitarium</i>   | 0   | 0   | 1   |

Leyenda: Ausente: 0, Presente: 1, Escaso: 2, Abundante: 3, Muy abundante: 4

Tabla 24.- Descripción y % MOT en el sedimento superficial marino de la intermareal de Pacasmayo, junio 2016

| Est. | Descripción de la muestra  | % MOT |
|------|--|-------|
| A    | Arena media más restos de conchuela partida. Sin olor a sulfuro<br>Munsell: Gley1 7/10 Gris verdoso claro. | 1,92  |
| B    | Arena fina más restos de conchuela. Sin olor a sulfuros<br>Munsell: 2.5Y 7/1 Gris suave.                   | 1,47  |
| C    | Arena fina más conchuelas partidos. Sin olor a sulfuros.<br>Munsell: 5Y 7/1 Gris suave.                    | 1,75  |
| D    | Arena media más conchuelas partidas. Sin olor a sulfuros.<br>Munsell: 2.5 Y 7/1 Gris suave.                | 1,63  |

### Cuenca baja del río Jequetepeque

En el río Jequetepeque se establecieron tres puntos de muestreos, el primero (Estación RJ1) ubicado en la bocana, confluencia con el mar, el segundo (Estación RJ2) a 4 km aguas arriba y el tercero (Estación RJ3) a 12 km aguas arriba de la desembocadura (Tabla 25).

En la estación RJ1 la temperatura y los nitratos presentaron valores mínimos, la demanda bioquímica de oxígeno fue significativa (Tabla 25), solamente los coliformes termotolerantes no cumplieron con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4.

La concentración de nitratos fue 10 veces menor respecto a los Estándares Nacionales vigentes (Tabla 25).

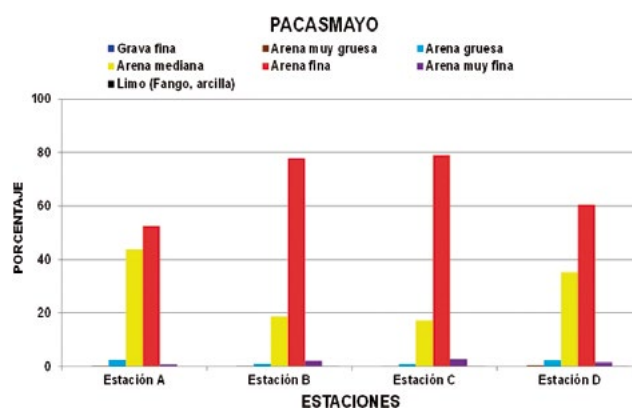


Figura 66.- Distribución granulométrica en playa, Pacasmayo, junio 2016

Tabla 25.- Concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el río Jequetepeque, junio del 2016

| Río Jequetepeque                        | Mínima  | Estación  | Máxima   | Estación | Promedio |
|---|---------|-----------|----------|----------|----------|
| Temperatura °C                          | 20,50   | RJ1       | 25,0     | RJ2      | 23,2     |
| Oxígeno (mg/L)                          | 5,00    | RJ3       | 8,5      | RJ2      | 6,4      |
| Potencial de Hidronio (Unidad)          | 7,92    | RJ3       | 8,1      | RJ2      | 8,0      |
| Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)      | 3,00    | RJ3       | 9,5      | RJ2      | 5,5      |
| Fosfatos (mg/L)                         | 0,05    | RJ1 y RJ3 | 0,06     | RJ2      | 0,05     |
| Silicatos (mg/L)                        | 5,79    | RJ3       | 11,73    | RJ2      | 8,22     |
| Nitrato (mg/L)                          | 0,50    | RJ1       | 1,65     | RJ2      | 1,10     |
| Nitrito (mg/L)                          | 0,01    | RJ1 y RJ2 | 0,08     | RJ3      | 0,03     |
| DBO5 (mg/L)                             | 3,43    | RJ2       | 6,13     | RJ1      | 4,58     |
| Coliformes Totales (NMP/100 mL)         | 9400,00 | RJ1       | 35000,00 | RJ3      | 22200,00 |
| Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) | 3300,00 | RJ1       | 6100,00  | RJ3      | 4700,00  |

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La evaluación de la Calidad del Ambiente Marino y Costero de las zonas de Pacasmayo, Malabrigo y Huanchaco-Salaverry presentó condiciones oceanográficas neutras, prevaleciendo Aguas Costeras Frías con rezagos de Aguas Subtropicales Superficiales, los promedios de temperatura, anomalía térmica, salinidad, oxígeno superficial del mar coincidieron con el Comunicado Oficial del Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN, 2016). Condiciones similares fueron reportadas en mayo 2010 y noviembre 2012 (REBAZA *et al.* 2010, 2012). A diferencia de lo encontrado en esta evaluación, en diciembre 2015 las condiciones del ambiente fueron cálidas (GARCÍA *et al.* 2015).

Frente al muelle de Salaverry se presentó la mínima concentración de oxígeno disuelto superficial mientras que, frente a Malabrigo se alcanzó la máxima. El promedio de las tres zonas fue 5,02 mg/L, al comparar con diciembre 2015 fue inferior en 2,64 mg/L (GARCÍA *et al.* 2015) y con noviembre 2012 fue superior en 0,98 mg/L (GARCÍA *et al.* 2012).

La zona submareal de Huanchaco-Salaverry presentó mayores concentraciones de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos; mientras que, los menores valores se hallaron en Pacasmayo. Esta mayor concentración de fosfatos hallados en Huanchaco-Salaverry, Malabrigo y Pacasmayo cuyo promedio máximo de 0,062 mg/L, indica perturbación del Ecosistema Marino Costero y sus actividades, ya que sobrepasó los ECA,

Categorías 4 y 2. Respecto a los nitratos, estos decrecieron con respecto a noviembre 2012 (REBAZA *et al.* 2012) y fueron superiores a diciembre 2015 (GARCÍA *et al.* 2015). Los niveles alcanzados fueron menores a los ECA, para las Categorías 2 y 4.

En la submareal de Huanchaco-Salaverry, Malabrigo y Pacasmayo, el contenido de los sólidos suspendidos totales en la columna de agua decreció con relación a noviembre del 2012 y aumentó con respecto a diciembre del 2015, presentando valores homogéneos y menores a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4 (E3: Ecosistemas Marino Costeras) y Categoría 2 (Actividades Marino costeras) (MINAM 2015).

Similar a los monitoreos de noviembre 2012 y diciembre 2015, Salaverry presentó la mayor concentración de aceites y grasas. En este monitoreo las zonas evaluadas evidencian presencia de hidrocarburos de petróleo o sus derivados, los valores promedio sobrepasaron la normativa vigente: ECA, Categoría 2 (Actividades Marino costeras); sin embargo, cumplieron la Categoría 4 (E3: Ecosistemas Marino Costeras) (MINAM 2015).

En el sedimento de la zona submareal de Huanchaco-Salaverry los contenidos promedio de cadmio, plomo, mercurio y zinc fueron superiores a los estándares en la categoría ISQG (CCME 2002), concentración por debajo de la cual no se esperan efectos biológicos adversos. Cabe mencionar que en las estaciones 9 y 10, las concentraciones de zinc y cadmio sobrepasaron ambas Categorías ISQG y PEL, significando que en estos niveles se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

El contenido de cadmio, plomo, zinc y mercurio detectado en el sedimento de la submareal de Malabrigo presentó valores intermedios entre Huanchaco-Salaverry y Pacasmayo; respecto a la Categoría ISQG solamente el cadmio, 1,52 mg/kg, presentó efectos biológicos adversos ocasionales.

El plomo, zinc y mercurio registrado en los sedimentos de la submareal de Pacasmayo fueron menores respecto a Huanchaco-Salaverry y Malabrigo y se ubicaron por debajo de la

categoría ISQG, lo que sugiere que en Pacasmayo no se esperan efectos biológicos adversos debido a estos metales. Contrariamente, el cadmio presentó un valor intermedio entre el reportado en Huanchaco-Salaverry y Malabrigo; sin embargo, duplicó la categoría ISQG.

El contenido de los cuatro metales ecotóxicos encontrados en el sedimento superficial de la zona submareal de Huanchaco-Salaverry, Malabrigo y Pacasmayo aumentó entre 10 y 35% con relación a lo detectado en diciembre 2015.

Valores altos de metales ecotóxicos en los sedimentos estuvieron asociados con las características granulométricas (arena fina y arcilla-fango), alto contenido de materia orgánica total y fuerte olor a sulfuros, producto de la formación de compuestos orgánicos y los desechos industriales.

En la zona submareal de Huanchaco-Salaverry, Malabrigo y Pacasmayo las concentraciones de coliformes totales y termotolerantes no sobrepasaron los valores permisibles, excepto en las estaciones ubicadas en los muelles de Salaverry y Malabrigo, donde los valores fueron altos. Condiciones similares se encontraron en diciembre 2015 (GARCÍA *et al.* 2015).

La dinámica costera de Malabrigo corresponde a una zona de costa semi abierta, las corrientes marinas mostraron giro anticiclónico con intensidades que fueron las menores del monitoreo. Esta condición incrementó el tiempo de permanencia de la materia orgánica, reflejada en los mayores valores registrados de la demanda bioquímica de oxígeno. Con relación al ECA, la DBO5 cumplió con la Categoría 2 (Actividades Marino costeras) y la Categoría 4 (E3: Ecosistemas Marino Costeras) (MINAM 2015).

La dirección y velocidad de las corrientes marinas en Huanchaco-Salaverry mostraron un comportamiento propio de zonas abiertas o desprotegidas. Los flujos se proyectaron hacia el noroeste y alcanzaron las mayores intensidades de las tres zonas monitoreadas. La dinámica costera descrita, propicia la recuperación del ambiente marino costero; sin embargo, los componentes ambientales: agua, sedimento y organismos, mostraron perturbación, reflejada en los parámetros de calidad acuática y sedimentos,

con hipoxia (<1,0 mg/L). La composición sedimentológica entre fango y arena fina, con olor a sulfuros, alto contenido de materia orgánica total y con presencia de organismos bentónicos indicadores de contaminación, nos señalan el grado de daño del ambiente. Condiciones similares se reportó en diciembre 2015 (GARCÍA *et al.* 2015) y noviembre 2012 (REBAZA *et al.* 2012)

La zona intermareal, alrededor del muelle artesanal de Pacasmayo, estuvo perturbada por agentes físicos y microbiológicos. Sólidos suspendidos totales y coliformes termotolerantes, sobrepasaron los ECA; sin embargo, constituyó la zona más oxigenada, debido, probablemente, a la actividad fotosintética de las praderas de macroalgas presentes, intensidad de los vientos locales y la fuerza de la ola en la rompiente.

En la zona intermareal de Huanchaquito se hallaron altas concentraciones de fosfatos, silicatos, nitratos, nitritos, DBO5, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales y Coliformes. Los tres últimos agentes contaminantes alcanzaron niveles que afectaron las Actividades Marino Costeras - ECA, Categoría 2 (MINAM 2015).

Los ríos Jequetepeque y Virú no presentaron perturbación de agentes contaminantes físicos y químicos. Los resultados mostraron valores menores a los ECA, Categoría 4 (E3: Ecosistemas Marino Costeras) (MINAM 2015).

Las concentraciones de los cuatro nutrientes encontrados en el río Moche fueron superiores con respecto a las halladas en los ríos Jequetepeque y Virú; sin embargo, estuvieron en el rango establecido en los ECA, Categoría 4 (E3: Ecosistemas Marino Costeros) (MINAM 2015).

Los tres ríos evaluados presentaron contaminación microbiológica. Los coliformes termotolerantes superaron los límites permisibles, el orden decreciente de los ríos fue Moche, Virú y Jequetepeque. El valor más alto, se halló en la desembocadura del río Moche. Los puntos evaluados presentaron valores superiores a lo establecido en los ECA, Categoría 4 (E3: Ecosistemas Marino Costeros) (MINAM 2015).

En la zona intermareal, el número de especies en el fitoplancton disminuyó en comparación con la zona nerítica por ser una zona que está sujeta a las mareas que provocan turbulencia y

mucho sedimento en suspensión que influye en la penetración de la luz, siendo este un factor importante para el desarrollo poblacional de este grupo, aun así las diatomeas fueron las más frecuentes, con proliferación por áreas o parches de especies propias del afloramiento costero. Hubo presencia de dinoflagelados, pero en menor proporción, siendo escasa en Huanchaco, se registraron algunas especies cosmopolitas, propias de aguas de mezcla.

Cabe precisar que el *Ceratium breve*, indicador de AES (Aguas ecuatoriales superficiales), se presentó en casi todas las estaciones aunque no hubo abundancia, lo que indicaría que hubo desplazamiento de esas aguas al sur de su ubicación natural, originando aguas de mezcla.

## REFERENCIAS

- APHA -AWWA-WPCF. 1999. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th Ed. New York. 541 pp.
- CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24: 286-318.
- CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT (CCME) 2002. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life — Summary Tables. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, Canada.
- CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT (CCME). 1999. Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Protocol. Canadian Council of Ministers of the Environment 1995 CCME EPC-98E. 35 pp.
- DEAN W E. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss ignition: Comparison with other methods. J. Sed. Petrol. 44: 57-68.
- EPA. 1994. Method 2008, Revision 5.4: Determination of Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. USA. In [www.epa.gov](http://www.epa.gov): 58 pp.
- GARCÍA V, ESCUDERO L, OROZCO R, ALFARO R. 2015. Evaluación de la calidad del ambiente marino y costero en el litoral de la Región La Libertad. Diciembre 2015. Informe Interno. Inst Mar Perú. 92 pp.
- DECRETO SUPREMO N° 002 - 2008 - MINAM. 2008. Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. 30 Julio 2008. 10 pp. Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para la Actividad de Consumo Humano Indirecto Harina y Aceite de Pescado. Resolución Ministerial N° 056-2001-PE. 45pp. [http://www.ana.gob.pe/media/664662/ds\\_002\\_2008\\_minam.pdf](http://www.ana.gob.pe/media/664662/ds_002_2008_minam.pdf)



- DECRETO SUPREMO Nº 015-2015-MINAM. 2015. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. 6 pp.
- MINPRO. 2008. Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para la Actividad de Consumo Humano Indirecto Harina y Aceite de Pescado. EIA-sd. 45pp. <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/-1/Gu%EF%BF%BDa%20EIASd%20Harina%20y%20Aceite%20de%20Pescado.pdf>
- PAREDES P. 2010. Determinación de la concentración de hidrocarburos en las aguas superficiales y sedimentos y su relación con *Capitella capitata* para conocer la contaminación del estuario del río Chone. Acta Oceanográfica del Pacífico. 16(1): 94-109.
- RAMÍREZ A, BIFANO C. 1982. Contaminación geoquímica de la cuenca del Río Tuy. II. Estudio de las aguas. Memoria. Instituto de Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 80 pp.
- REBAZA V, TRESIERRA A, ALFARO S, VÁSQUEZ C. 2010. El ambiente marino costero de la Región La Libertad. 2010. Inf Inst Mar Perú. 40(3 – 4): 187-239.
- REBAZA V, ALFARO S, TRESIERRA A, CAMPOS M, VÁSQUEZ C, SALCEDO J, LLANOS J. 2012. El ambiente marino costero de la Región La Libertad. Noviembre 2012. Informe interno. Inst Mar Perú. 101 pp.
- RIVERO S, ELÍAS R, VALLARINO E. 2005. Primeros datos de la macroinfauna del puerto de Mar del Plata (Argentina) y el uso de poliquetos (Annelida: Polychaeta) como indicadores biológicos de contaminación marina: casos en Colombia. 203 Volumen 18 (1): 189-204 junio de 2015. Gestión y Ambiente indicadores de contaminación". Revista de Biología Marina y Oceanografía. 40 (2): 101-108.
- SADIQ M. 1992. Toxic metal chemistry in marine environments. Marcel Dekker. New York. 390 pp.
- STRICKLAND J, PARSON T. 1972. Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin. 167: 328 pp.