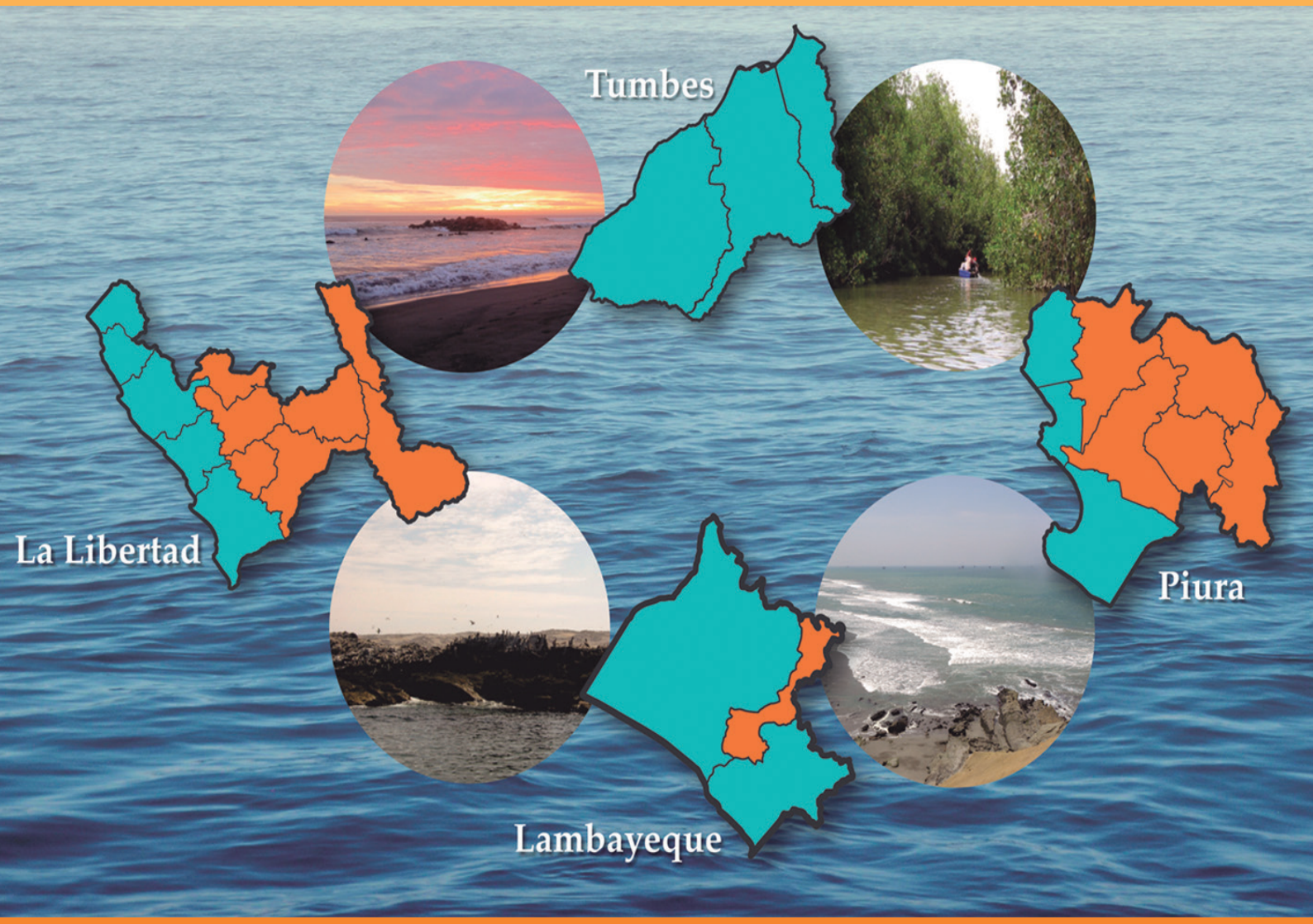
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 44, Número 1



Enero - Marzo 2017
Callao, Perú

MONITOREO DE BANCOS NATURALES DE INVERTEBRADOS MARINOS COMERCIALES. REGIÓN TUMBES, PERÚ. OCTUBRE 2014

MONITORING OF NATURAL BANKS OF COMMERCIAL MARINE INVERTEBRATES. TUMBES REGION, PERU. OCTOBER 2014

Solange Alemán[1] *Percy Montero*[1] *Manuel Vera*[1]
Carlos Luque[1] *Elmer Ordinola*[1]

RESUMEN

Alemán S, Montero P, Vera M, Luque C, Ordinola E. 2017. *Monitoreo de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales. Región Tumbes, Perú. Octubre 2014. Inf Inst Mar Perú. 44(1): 43-55.-* En octubre 2014, se monitorearon los bancos naturales, de palabritas (*Donax dentifer*) en el intermareal arenoso y, ostra (*Crassostrea iridescens)* en el submareal rocoso del litoral de la Región Tumbes. En el intermareal se evaluaron seis estaciones, realizando transectos perpendiculares a la costa con dos réplicas separadas cada 10 m y, en el submareal, fueron 40 estaciones con dos réplicas separadas cada 10 m. La densidad media de palabritas fue 78,1 ind.m^{-2} y de ostra 2,5 ind.m^{-2}. La estructura de tallas en palabritas fue bimodal, talla media en 24,1 mm LV, la de ostra fue polimodal, talla media en 84,5 mm AV. En ambas especies se registró elevada presencia de ejemplares jóvenes. En el intermareal, los promedios de temperatura disminuyeron con la latitud, y los de oxígeno disuelto (OD) aumentaron. En el submareal la batimetría no presentó diferencias consistentes; las condiciones hídricas mostraron corrientes superficiales (CS) con predominio de dirección sur-suroeste (SSW) y velocidades menores. Se evidenciaron condiciones de homogenización por corrientes verticales en la columna de agua, la que tuvo características de ATS (S<34 ups), originando distribución y condiciones similares en superficie y fondo en cuanto a temperatura, pH, OD, salinidad y nutrientes.
Palabras clave: Bancos naturales de invertebrados, *Donax dentifer*, *Crassostrea iridescens*, Tumbes, Perú

ABSTRACT

Alemán S, Montero P, Vera M, Luque C, Ordinola E. 2017. *Monitoring of natural banks of commercial marine invertebrates. Tumbes Region, Peru. October 2014. Inf Inst Mar Peru. 44(1): 43-55.-* In October 2014, the natural banks of the bean clam *(Donax dentifer*) in the sandy intertidal zone and oyster (*Crassostrea iridescens*) in the rocky subtidal zone in the Region of Tumbes were monitored. In the intertidal, six stations were evaluated, performing transects perpendicular to the coast with two replicates separated every 10 m, and in the subtidal there were 40 stations with two replicates separated every 10 m. The mean density of the bean clam was 78.1 ind.m^{-2} and 2.5 ind.m^{-2} oyster. The size structure in the bean clam was bimodal, mean size in 24.1 mm VL, the oyster was polymodal, mean size in 84.5 mm VW. In both species there was a high presence of young specimens. In the intertidal, the temperature average decreased with the latitude, and the dissolved oxygen (OD) increased. In the subtidal the bathymetry did not present consistent differences; water conditions showed surface currents (SC) predominantly south-southwest (SSW) and lower velocities. Homogenizing conditions were evidenced by vertical currents in the water column, which had characteristics TSA (S<34 psu), causing distribution and similar conditions in surface and bottom in terms of temperature, pH, DO, salinity and nutrients.
Keywords: Natural banks of invertebrates, *Donax dentifer*, *Crassostrea iridescens*, Tumbes, Perú

1. INTRODUCCIÓN

Alemán et al. (2016) delimitaron y caracterizaron bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y zonas de pesca artesanal en el litoral de la Región Tumbes en el otoño 2014. En la zona submareal definieron los principales bancos naturales de ostra (*Crassostrea iridescens*) y en la zona intermareal los de palabritas (*Donax dentifer*), actualizando los principales indicadores poblacionales.

El principal fenómeno que ocasiona variaciones espacio-temporales en los bancos naturales de ostra (por estar fijas a sustratos rocosos en el primer tercio de la zona submareal) y de palabritas (por habitar en sustratos arenosos de la zona intermareal) es el arenamiento-desarenamiento por efecto de la deriva litoral, del oleaje anómalo, vientos y el aforo de material de sedimento que depositan las quebradas cercanas a ellos en temporada lluviosa (Alemán et al. 2016). A esto se suma que la mayoría de invertebrados comerciales de áreas costeras, viven asociados al sustrato con limitada o nula capacidad de movimiento (palabritas y ostra, respectivamente), haciéndolos disponibles a la actividad extractiva con el consiguiente incremento del esfuerzo de pesca sobre sus bancos, originando

1 IMARPE Tumbes. Calle José Olaya S/N, C.P. Nueva Esperanza, Zorritos, Contralmirante Villar, Tumbes.
saleman@imarpe.gob.pe

que sus índices de abundancia y tallas medias presenten tendencias decrecientes.

Los últimos estudios realizados sobre el recurso ostra (submareal rocoso) se efectuaron en 2009, encontrándose densidades máximas de 26 ind.m^{-2} en Zorritos y ausencia de ejemplares en Malpaso, con densidad media para todo el ecosistema de 10,3 ind.m^{-2} (Ordinola et al. 2010); sin embargo, en el otoño 2014 se registraron densidades máximas de 7 ind.m^{-2} en La Cruz, con densidad media para todo el ecosistema de 1,9 ind.m^{-2}, sin registros en Malpaso, Playa Florida, Punta Sal Grande y Punta Picos, este último con evidentes signos de arenamiento (Alemán et al. 2016). En el 2009 las densidades de palabritas que habitaron las playas arenosas de la zona intermareal de Playa Hermosa y El Bendito, alcanzaron 356 ind.m^{-2} y 226 ind.m^{-2}, respectivamente (Ordinola et al. 2010) y, en el otoño 2014 fueron 100,8 ind.m^{-2} y 84,9 ind.m^{-2}, respectivamente (Alemán et al. 2016).

En octubre 2014, se efectuó el monitoreo biológico-poblacional de estos recursos para conocer la variabilidad estacional de su abundancia, y la relación con las variaciones oceanográficas, ambientales y con otras especies de invertebrados bentónicos asociados. Se presentan los resultados de la estructura por tamaños, abundancia y distribución espacial de palabritas (*Donax dentifer)* y ostra (*Crassostrea iridescens)* así como su relación con la fauna asociada y las condiciones ambientales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La recolección de muestras y determinación de las variables físico-químicas y biológicas en las zonas intermareal y submareal se realizó en octubre 2014.

Área de estudio

El área de estudio abarcó la zona intermareal arenosa comprendida entre Punta Capones (límite con Ecuador, provincia Zarumilla) y Playa Hermosa (provincia Tumbes) y, la zona submareal rocosa desde La Cruz (provincia Tumbes) hasta Punta Sal Grande (provincia Contralmirante Villar) (Fig. 1).

En el intermareal se efectuaron seis estaciones bio-oceanográficas; en el submareal 29 estaciones biológicas y 11 oceanográficas entre las isobatas de 0 y 7 m (Fig. 1). Las posiciones geográficas de las estaciones de muestreo se obtuvieron con un navegador GPS portátil (Datum WGS 1984), teniendo como apoyo imágenes satelitales georreferenciadas extraídas de Google Earth. La profundidad fue obtenida con un ecosonda Garmin 178C.

Registro de información

Zona intermareal

Se evaluaron las comunidades bentónicas de las playas arenosas, empleando la metodología de transectos perpendiculares a la costa y como unidad de muestreo el cilindro Penchaszadeh (Penchaszadeh 1971). Para obtener mayor cantidad de ejemplares que aseguren significancia en el muestreo biológico, se intensificó la recolección de muestras en cada estación, utilizando un cuadrado metálico de un metro de lado (Alemán et al. 2016).

La metodología para el registro de información de campo por estación fue la seguida por Alemán et al. (2016).

Zona submareal

Se recolectaron muestras de ostras y organismos bentónicos asociados, empleando un cuadrado metálico de 1 m de lado como unidad de muestreo, con dos réplicas separadas cada 10 m, efectuando buceo semiautónomo (hookah). Además, se realizaron muestreos intensivos al azar en algunas estaciones, con la finalidad de conocer el área ocupada por estos bancos.

En cada estación de muestreo se registró profundidad, transparencia y el estado del mar, dirección y velocidad de corrientes superficiales; se recolectaron muestras de agua de mar de superficie y fondo para determinar temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD), salinidad, nutrientes (fosfatos, silicatos, nitritos y nitratos) y sólidos suspendidos totales (SST).

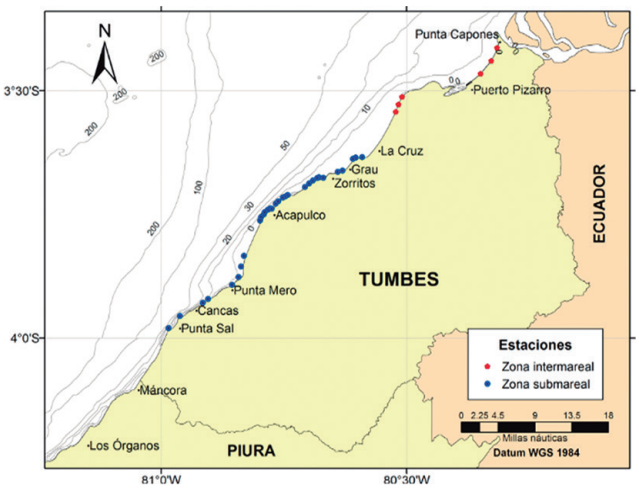


Figura 1.- Estaciones de muestreo en las zonas intermareal y submareal de la Región Tumbes. Octubre 2014

análisis de la información

La identificación taxonómica y los muestreos biométricos se realizaron en IMARPE Tumbes. Los componentes del bentos fueron identificados hasta el menor taxón. Se emplearon los trabajos de Chirichigno (1970), Keen y Mc Lean (1971), Méndez (1981), Mora (1990), Caso (1994), Álamo y Valdivieso (1997), Mair et al. (2002), Zúñiga (2002a, b), Moscoso (2012, 2013), Uribe et al. (2013) y Granja–Fernández et al. (2014).

Se efectuaron muestreos biométricos (mm) con un malacómetro, registrándose longitud valvar (LV) para palabritas y altura valvar (AV) para ostra.

El análisis estadístico de los datos oceanográficos, consistió en el cálculo del coeficiente de correlación lineal de Pearson "r". Se seleccionaron los resultados estadísticamente significativos, empleando una prueba de hipótesis con base al error estándar de "r" y al estadístico de prueba t-student ($t_{n-2;\ \alpha/2}$), con nivel de confiabilidad del 95%; además, se calcularon los intervalos de confianza de acuerdo a Camacho-Sandoval (2008).

Las cartas de posición geográfica de las estaciones de muestreo y de distribución y concentración de parámetros oceanográficos se obtuvieron con un software de interpolación de datos. Para determinar la distribución y concentración de parámetros oceanográficos se empleó el método Kriging.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las comunidades macrobentónicas

Comunidad intermareal

En las seis estaciones de muestreo ubicadas entre Punta Capones y Playa Hermosa, se analizaron 1.161 especímenes, identificándose seis órdenes, nueve familias, once géneros y catorce especies de cuatro grupos taxonómicos: moluscos, crustáceos, equinodermos y anélidos. Moluscos y crustáceos fueron los grupos más representativos con seis especies cada uno, constituyendo entre ambos 86% de los organismos identificados (Tabla 1).

Comunidad submareal

En las estaciones de muestreo ubicadas desde La Cruz hasta Punta Sal Grande, se recolectaron y analizaron 955 especímenes. Se identificaron 21 órdenes, 29 familias, 31 géneros y 35 especies de siete grupos taxonómicos: moluscos, crustáceos, equinodermos, macroalgas, cnidarios, anélidos, y poríferos. Moluscos y crustáceos fueron los grupos más representativos con 17 y 6 especies respectivamente, constituyendo entre ambos 66% de los organismos identificados (Tabla 2).

Distribución y abundancia relativa

Palabritas.- La densidad media de los bancos varió de 70,7 ind.m^{-2} (El Jelí) a 79,2 ind.m^{-2} (Playa Hermosa) (Tabla 3, Fig. 2). Los valores de El Jelí fueron similares a lo registrado en otoño 2014, los determinados en Playa Hermosa fueron valores inferiores a lo registrado en otoño 2014 (Alemán et al. 2016).

Ostra.- La densidad varió de 0,3 ind.m^{-2} (Huacura) a 5,3 ind.m^{-2} (La Cruz), densidad media 2,5 ind.m^{-2}. No se encontró el recurso en los peñeríos de Malpaso, Playa Florida, El Abejal, El Rubio, Punta Sal Chico, Punta Sal Grande y Punta Picos, al encontrarse arenados (Tabla 4, Fig. 3). La mayor densidad media por zona siguió favoreciendo a La Cruz (Alemán et al. 2016).

Estructura de tallas

Palabritas.- Presentó rangos de tallas de 4 a 38 mm de LV, talla media 24,1 mm y estructura bimodal (6 y 31 mm), con fuerte presencia de ejemplares juveniles, similar a lo registrado por Alemán et al. (2016) (Tabla 5, Fig. 4).

Tabla 1.- Especies identificadas por grupo taxonómico en la comunidad macrobentónica intermareal de la Región Tumbes. Octubre 2014

Grupo	Nombre científico	Nombre común
Moluscos (43%)	*Donax dentifer*	Palabrita
	Donax obesulus	Palabrita
	Mazatlania fulgurata	Caracol
	Oliva undatella	Oliva
	Olivella columellaris	Olivita
	Olivella volutella	Olivita
Crustáceos (43%)	*Gammarus* sp.	Anfípodo
	Synalpheus spinifrons	Pistolero
	Emerita analoga	Muy muy
	Emerita rathbunae	Muy muy
	Calyptraeotheres politus	Cangrejo
	Pinnixa transversalis	Cangrejo
Equinodermos (7%)	*Ophiocoma aethiops*	Estrella frágil
Anélidos (7%)	*Lumbrineris* sp.	Poliqueto

Tabla 2.- Especies identificadas por grupo taxonómico en la comunidad macrobentónica submareal de la Región Tumbes. Octubre 2014

Grupo	Nombre científico	Nombre común
Moluscos (49%)	*Barbatia reeveana*	Bivalvo
	Barbatia rostae	Bivalvo
	Lithophaga aristata	Concha perforadora
	Lithophaga hastasia	Concha perforadora
	Crassostrea iridescens	Ostra negra, ostión
	Chama buddiana	Chama
	Pseudochama corrugata	Ostión
	Fissurella crassa	Lapa
	Crepidula incurva	Pique, señorita
	Crepidula lessonii	Pique, señorita
	Crepidula striolata	Pique, señorita
	Hipponix pilosus	Concha pezuña
	Simnia avena	Caracolito
	Petaloconchus innumerabilis	Caracol gusano
	Phos crassus	Caracol buccino
	Hastula luctuosa	Caracol barreno
	Acanthochitona hirudiniformis	Chitón
Crustáceos (17%)	*Alpheus chilensis*	Pistolero
	Delsolaria enriquei	Cangrejo
	Orthochela pumila	Cangrejito
	Petrolisthes armatus	Salamandra
	Quadrella nitida	Cangrejo coral
	Balanus sp.	Pico de loro
Equinodermos (9%)	*Holothuria arenicola*	Pepino de mar
	Ophiocoma aethiops	Estrella frágil
	Ophiothela mirabilis	Estrella frágil
Macroalgas (11%)	*Lithothamnium* sp.	Alga roja L.
	Gracilariopsis sp.	Alga roja Grac.
	Rhodymenia californica	Alga roja R
	Caulerpa sp.	Caulerpa
Cnidarios (6%)	*Actinia* sp.	Anémona
	Gorgoniidae	Coral gorgónido
Anélidos (6%)	*Lumbrineris* sp.	Poliqueto
	Flabeligeridae	Poliqueto
Poríferos (3%)	Dermospongiae	Esponja de mar

Tabla 3.- Densidad (ind.m^{-2}) y biomasa media (g.m^{-2}) de *Donax dentifer*, zona intermareal de la Región Tumbes. Octubre 2014

Lugar	Densidad (ind.m^{-2})	Biomasa media (g.m^{-2})
El Bendito	78,6	122,6
El Jelí	70,7	160,6
Playa Hermosa	79,2	96,1
Promedio	78,1	110,1

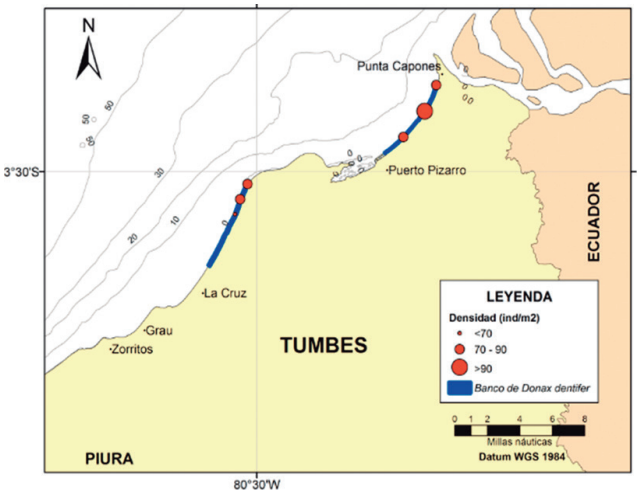


Figura 2.- Densidad media por estaciones de *Donax dentifer*, zona intermareal de la Región Tumbes. Octubre 2014

Tabla 4.- Densidad (ind.m^{-2}) y biomasa media (g.m^{-2}) de *Crassostrea iridescens*, zona submareal de la Región Tumbes. Octubre 2014

Lugar	Densidad (ind.m^{-2})	Biomasa media (g.m^{-2})
La Cruz	5,3	337,0
Nueva Esperanza	1,7	579,6
Malpaso	-	-
Grau	4,5	203,4
Zorritos	3,1	679,6
Tres Puntas	4,2	869,2
Bonanza	3,2	756,4
Peña Negra	4,0	549,6
Acapulco	2,0	553,6
Punta Picos	3,5	754,7
Huacura	0,3	122,5
Playa Florida	-	-
El Abejal	-	-
Peña Redonda	1,0	718,0
El Rubio	-	-
Punta Mero	2,5	381,9
Canoas	2,3	547,1
Punta Sal Chico	-	-
Punta Sal Grande	-	-
Promedio	2,5	469,1

Ostra.- Se registró amplia dispersión en el rango de tallas, variando de 8 a 184 mm de AV, talla media 84,5 mm, moda principal 67 mm, y modas secundarias 97, 107 y 132 mm. Los valores fueron inferiores a lo registrado por Alemán et al. (2016) debido a la mayor presencia de ejemplares juveniles y disminución de adultos (Tabla 5, Fig. 5).

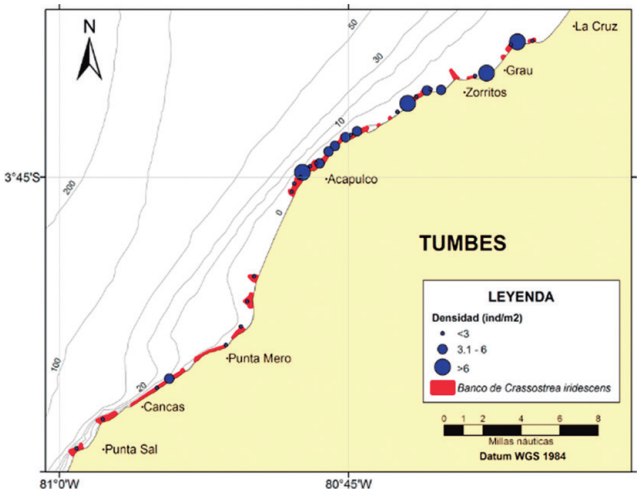


Figura 3.- Densidad media por estaciones de *Crassostrea iridescens*, zona submareal de la Región Tumbes. Octubre 2014

Tabla 5.- Datos merísticos de las especies de invertebrados marinos, según zona y tipo de sustrato. Región Tumbes. Octubre 2014

Parámetros	Palabritas	Ostra
Tipo de sustrato	Arenoso	Rocoso
Zona	Intermareal	Submareal
Tipo de medida	Longitud valvar	Altura valvar
Rango (mm)	4 – 38	8 – 184
Moda (mm)	6 y 31	67, 97, 107 y 132
Media (mm)	24,1	84,5
Total de ejemplares	527	207
Desv. estándar	9,7	39,3
Varianza	94,8	1545,6

Aspectos hidrológicos y bio-oceanográficos

Zona intermareal

Parámetros físicos y químicos.- La temperatura del agua tuvo valores homogéneos con disminución latitudinal definida, variando de 25,8 °C (Domingo Rodas) a 26,8 °C (El Bendito), promedio 26,3 °C (Tabla 6).

Los valores de salinidad disminuyeron con la latitud, variando de 33,051 ups (El Jelí) a 33,620 ups (El Bendito) con promedio 33,289 ups, siendo menores a lo obtenido por Ordinola et al. (2010).

El oxígeno disuelto (OD) presentó concentraciones con alta homogeneidad, variando de 4,33 mL.L^{-1} (El Bendito) a 5,09 mL.L^{-1} (Domingo Rodas), promedio 4,86 mL.L^{-1} (Tabla 6), los promedios por zona aumentaron con la latitud. En el intermareal, entre El Bendito y Domingo Rodas, se presentaron concentraciones óptimas para la supervivencia y crecimiento de los organismos, los que según Perkins (1976) deben variar de 5,3 a 8,0 mg.L^{-1} (3,59 a 5,59 mL.L^{-1}).

Las concentraciones de OD y los valores de temperatura presentaron asociación estadísticamente no significativa. Las concentraciones de OD se asociaron inversamente con los valores de salinidad.

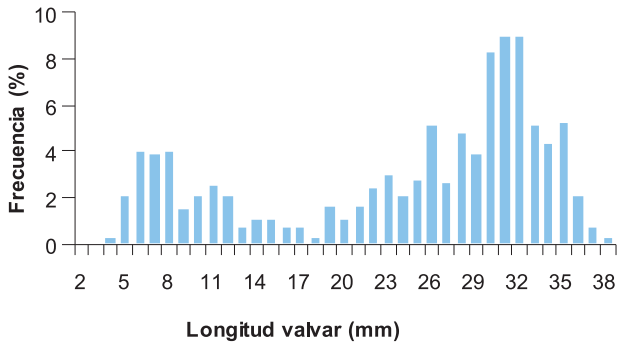


Figura 4.- Estructura de tallas, *D. dentifer*, zona intermareal. Región Tumbes. Octubre 2014

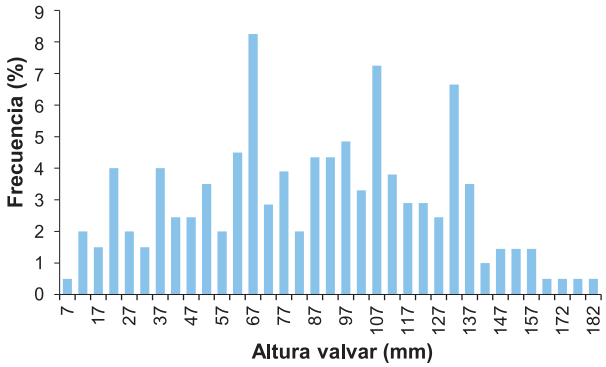


Figura 5.- Estructura de tallas, *C. iridescens*, zona submareal. Región Tumbes. Octubre 2014

Tabla 6.- Temperatura y oxígeno disuelto del agua en el intermareal, entre El Bendito y Domingo Rodas, Región Tumbes. Octubre 2014

Est.	Hora	Zona	T (°C)	Sal. (ups)	OD (mL.L^{-1})	PO_4^{-3} (µmol.L^{-1})	SiO_2^{-2} (µmol.L^{-1})	NO_2^- (µmol.L^{-1})	NO_3^- (µmol.L^{-1})
1	08:40	El Bendito	26,8	33,379	4,85	0,54	10,84	0,06	0,42
2	10:10	El Bendito	26,5	33,620	4,33	0,48	12,56	0,14	0,60
3	11:36	El Jelí	26,5	33,051	4,99	0,79	15,11	0,04	0,26
4	09:30	D. Rodas	25,8	33,294	5,09	0,55	9,68	0,21	0,60
5	10:10	D. Rodas	26,0	-	4,95	-	-	-	-
6	10:50	D. Rodas	26,0	33,099	4,95	0,63	10,48	0,17	0,56

Los fosfatos tuvieron concentraciones de 0,48 µmol.L^{-1} (El Bendito) a 0,79 µmol.L^{-1} (El Jelí), con promedio 0,60 µmol.L^{-1}. Estas concentraciones aumentaron ligeramente con la latitud y presentaron asociación inversa con los valores de salinidad.

Los silicatos presentaron mayores concentraciones, variando de 9,58 µmol.L^{-1} (Domingo Rodas) a 15,11 µmol.L^{-1} (El Jelí), promedio 11,73 µmol.L^{-1}. Este parámetro disminuyó con la latitud, a diferencia de los fosfatos.

Los nitritos y nitratos presentaron bajas concentraciones, alcanzando promedios de 0,12 y 0,49 µmol.L^{-1}, respectivamente. Ambos nutrientes aumentaron con la latitud, siendo más notable en los nitritos, los que se asociaron inversamente con fosfatos y silicatos; y directamente con nitratos.

Ordinola et al. (2010) y Alemán et al. (2016), registraron concentraciones mayores de fosfatos, silicatos, nitritos y nitratos, pese a que las salinidades medias fueron similares, lo que indicaría que el aporte de nutrientes de las aguas del río Tumbes en la zona evaluada, fue menor que el originado por procesos de erosión y suspensión causados por oleajes.

Zona submareal

El lecho submarino presentó profundidades, en su mayoría, menores a 10 m (Fig. 6), con predominio de la isobata del mismo valor. Desde Punta Mero hasta Punta Sal la pendiente tuvo mayor grado de inclinación y, la profundidad máxima registrada fue de 50 m frente a Punta Sal Grande, a 0,5 mn de la costa aproximadamente.

Aspectos hidrológicos.- Las corrientes superficiales (CS) se orientaron hacia el sur, presentando dirección predominante sur-suroeste (SSW) con frecuencias de 17,5%. Destacaron también las CS con dirección sur, suroeste y oeste con frecuencias de 12,5%. Las velocidades de las CS variaron de 1,3 cm.s^{-1} (Punta Picos) hasta 41,3 cm.s^{-1} (Punta Sal Grande). Entre Acapulco y Punta Sal se presentaron las mayores velocidades medias, destacando frente a Acapulco (33,9 cm.s^{-1}) y frente a Punta Sal Grande (38,8 cm.s^{-1}) (Tabla 7, Anexo). Alemán et al. (2016) en otoño 2014 obtuvieron velocidades mayores, incluyendo una máxima de 102,3 cm.s^{-1} (Punta Sal Grande) debido al estado del mar. Según la Escala de Douglas, el mar tuvo con más frecuencia un estado "calma o llana" (68%), debido a que los registros se hicieron generalmente en horas de la mañana.

Parámetros físicos y químicos.- Los valores de transparencia aumentaron con la latitud, variando de 0,4 m cerca a costa (frente a Zorritos) hasta 5 m lejos de costa (frente a Tres Puntas) (Fig. 7). Alemán et al. (2016) registraron transparencias mayores, debido a que exploraron aguas más alejadas de la costa, la máxima fue de 10 m frente a El Bravo; además, indicaron que la transparencia se vio afectada por la turbidez, causada por el fitoplancton, principalmente en el norte y en aguas cercanas a la costa.

La columna de agua tuvo homogeneidad térmica. Las temperaturas en superficie y fondo variaron entre 24 y 26 °C, promedio 25,2 °C, disminuyendo con la latitud (Tabla 7 Anexo, Fig. 8). En el fondo la temperatura presentó promedio de 24,8 °C. Con la profundidad, sin embargo, tuvo una asociación estadísticamente no significativa. Alemán et al. (2016), en el otoño del mismo año, registraron la temperatura superficial promedio de 27,2 °C, y promedio en fondo de 24,9 °C. También registraron correlación inversa entre temperatura de fondo y profundidad.

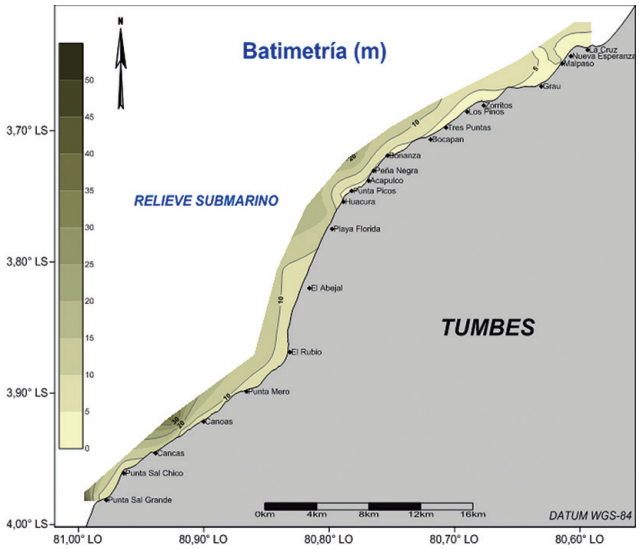


Figura 6.- Batimetría entre La Cruz y Punta Sal. Región Tumbes. Octubre 2014

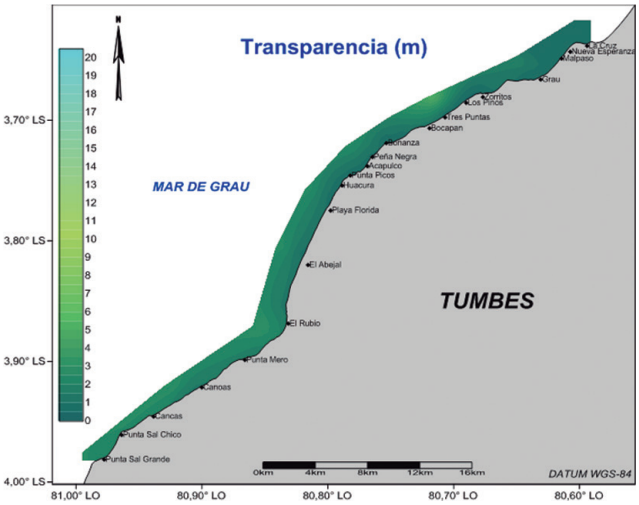


Figura 7.- Transparencia (m) del mar entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

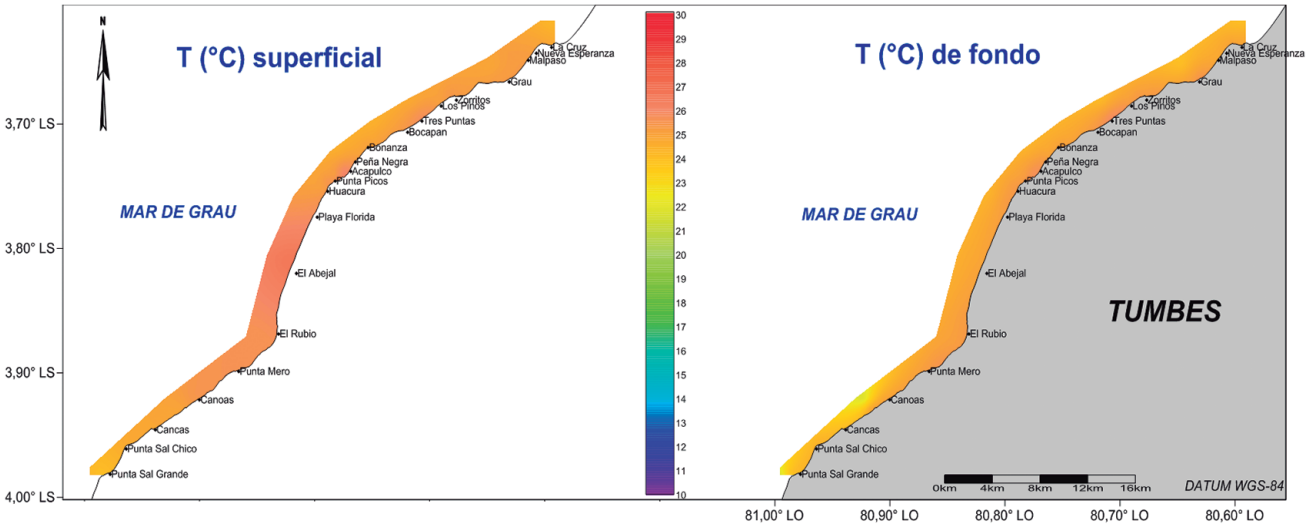


Figura 8.- Temperatura (°C) superficial y de fondo entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

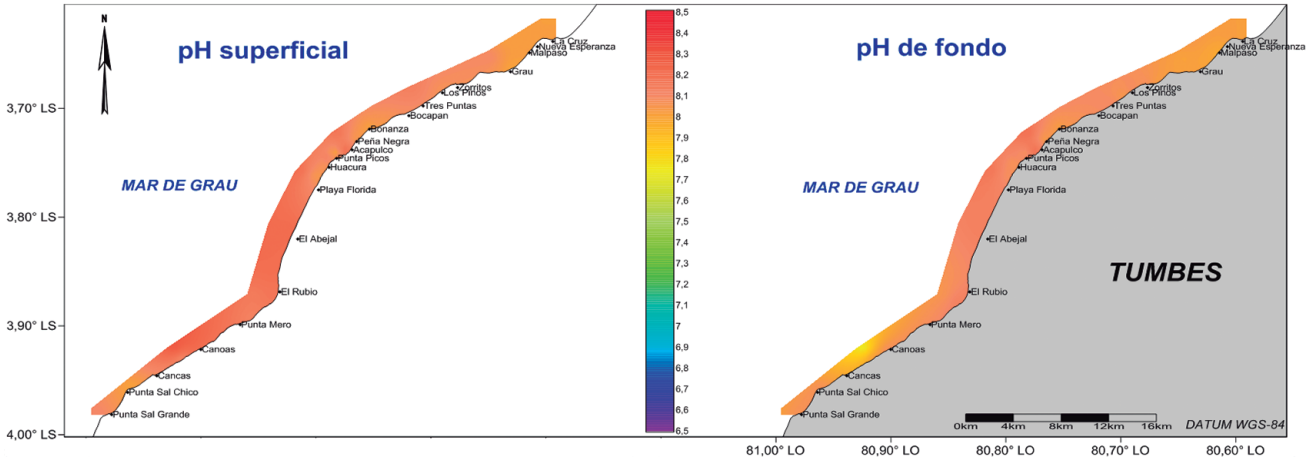


Figura 9.- pH superficial y de fondo entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

El pH en promedio fue 8,10 cercano al promedio de fondo (8,06). Tanto en superficie como en fondo, los valores aumentaron con la latitud y tuvieron el mismo grado de homogeneidad (Fig. 9). En ambos niveles, el pH tuvo asociación directa con temperatura y profundidad (Tablas 8, 9). Alemán et al. (2016) registraron en superficie pH promedio de 8,13 y en fondo de 7,97; en ambos niveles este parámetro disminuyó con la latitud y se asoció directamente con la temperatura.

Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) en superficie y fondo presentaron distribución latitudinal muy similar (Fig. 10) corroborando las condiciones homogéneas de la columna de agua (temperatura y pH) causados por el oleaje, vientos y corrientes verticales. En superficie el OD presentó concentraciones que aumentaron ligeramente con la latitud, promedio de 4,99 mL.L^{-1}, y se asociaron directamente con el pH (Tabla 8). En el fondo y con la latitud las concentraciones de OD disminuyeron, promedio 4,74 mL.L^{-1}, y estuvieron asociadas directamente con temperatura y pH (Tabla 9). Alemán et al. (2016) registraron promedios en superficie de 5,05 mL/L y en fondo de 3,20 mL.L^{-1}; en superficie registraron asociación directa con pH y en fondo asociación directa con pH e inversa con profundidad.

La salinidad fue homogénea, siendo más notoria en superficie (Fig. 11). Cerca de la costa en Tres Puntas y Peña Negra se obtuvieron promedios más altos (33,475 y 33,529 ups, respectivamente) (Tabla 7). La salinidad y concentración de OD se asociaron inversamente (Tabla 8).

En fondo, la salinidad media fue ligeramente mayor que en superficie, alcanzando mayores valores en zonas más profundas en Canoas (33,683 ups) y Punta Sal Grande (33,800 ups) aumentando ligeramente con la latitud. La asociación fue inversa entre pH y salinidad, mientras que con la profundidad fue directa (Tabla 9), corroborando el efecto del oleaje, vientos y corrientes verticales.

Tabla 8.- Índice de correlación lineal de Pearson "r" (95%; $t_{n-2;\ \alpha/2}$) entre los parámetros físico-químicos del agua superficial en el submareal, desde La Cruz hasta Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

Variables	T (°C)	pH	OD (mL.L^{-1})	PO_4^{-3} (µmol.L^{-1})	SiO_2^{-2} (µmol.L^{-1})	NO_2 (µmol.L^{-1})	NO_3 (µmol.L^{-1})	SST (mg.L^{-1})
T (°C)	1,0	-	-	-	-	-	-	-
pH	0,415±-0,262	1,0	-	-	-	-	-	-
OD (mL.L^{-1})	N.S.	0,612±0,211	1,0	-	-	-	-	-
PO_4^{-3} (µmol.L^{-1})	N.S.	N.S.	-0,446±0,369	1,0	-	-	-	-
SiO_2^{-2} (µmol.L^{-1})	N.S.	-0,494±0,351	-0,566±0,321	0,651±0,278	1,0	-	-	-
NO_2^- (µmol.L^{-1})	N.S.	-0,641±0,283	N.S.	N.S.	N.S.	1,0	-	-
NO_3^- (µmol.L^{-1})	N.S.	-0,692±0,254	-0,755±0,214	0,786±0,193	0,699±0,251	0,461±0,364	1,0	-
SST (mg.L^{-1})	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	1,0

N.S.: no significativo.

Tabla 9.- Índice de correlación lineal de Pearson "r" (95%; $t_{n-2;\ \alpha/2}$) entre los parámetros físico-químicos del agua de fondo en el submareal, y la profundidad (P), desde La Cruz hasta Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

Variables	T (°C)	pH	OD (mL.L^{-1})	PO_4^{-3} (µmol.L^{-1})	SiO_2^{-2} (µmol.L^{-1})	NO_2 (µmol.L^{-1})	NO_3 (µmol.L^{-1})	SST (mg.L^{-1})	P (m)
T (°C)	1,0	-	-	-	-	-	-	-	N.S.
pH	0,550±-0,224	1,0	-	-	-	-	-	-	0,533±0,232
OD (mL.L^{-1})	0,727±0,162	0,768±0,142	1,0	-	-	-	-	-	0,376±0,287
PO_4^{-3} (µmol.L^{-1})	N.S.	-0,549±0,329	N.S.	1,0	-	-	-	-	-0,715±0,248
SiO_2^{-2} (µmol.L^{-1})	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	1,0	-	-	-	-0,611±0,308
NO_2^- (µmol.L^{-1})	N.S.	N.S.	N.S.	0,508±0,346	0,511±0,345	1,0	-	-	-0,504±0,358
NO_3^- (µmol.L^{-1})	N.S.	-0,576±0,316	-0,661±0,273	0,612±0,299	N.S.	0,582±0,314	1,0	-	-0,501±0,359
SST (mg.L^{-1})	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	1,0	N.S.

N.S.: no significativo

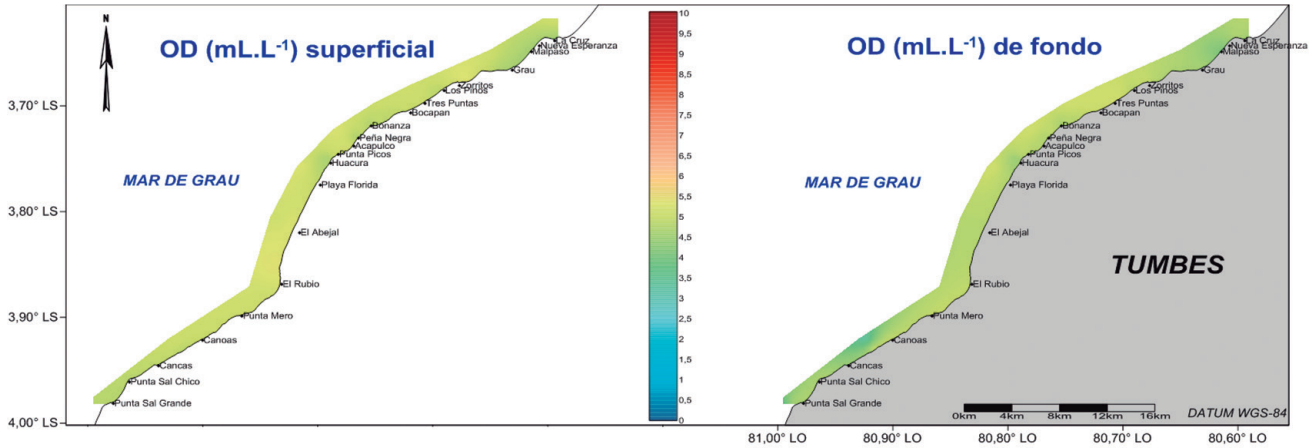


Figura 10.- Oxígeno disuelto (mL.L^{-1}) superficial y de fondo entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

Basados en la homogeneidad de los registros térmicos y los promedios de salinidad en superficie y fondo en la franja costera de mar, la columna de agua tuvo características de Aguas Tropicales Superficiales (ATS, S<34 ups); no obstante en fondo, frente a Canoas y Punta Sal Grande, pudo ser posible la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES, S= 34 - 34,8 ups) (Morón 2000, 2011).

La distribución latitudinal de las concentraciones de nutrientes fue similar en superficie y fondo (Figs. 12, 13, 14, 15).

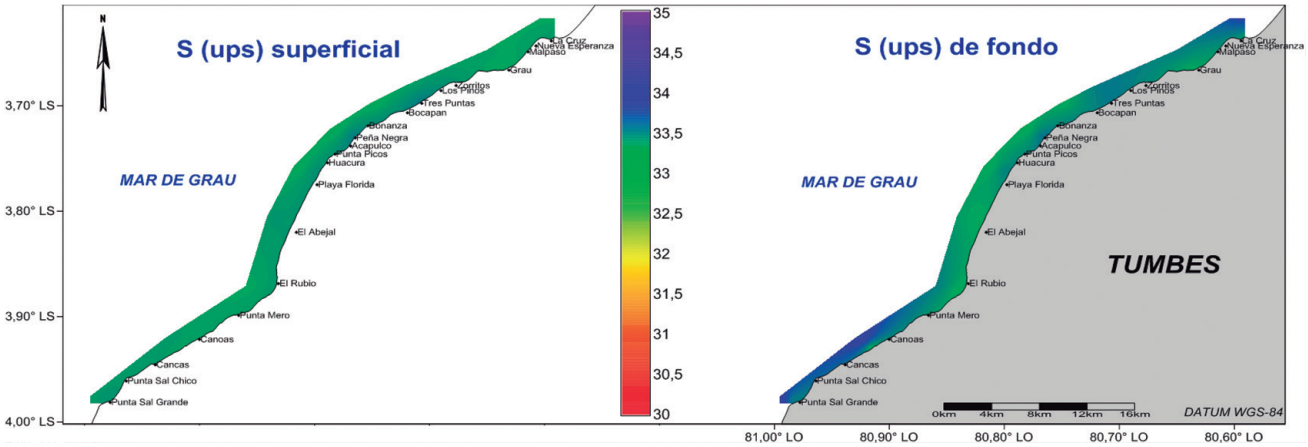


Figura 11.- Salinidad (ups) superficial y de fondo entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

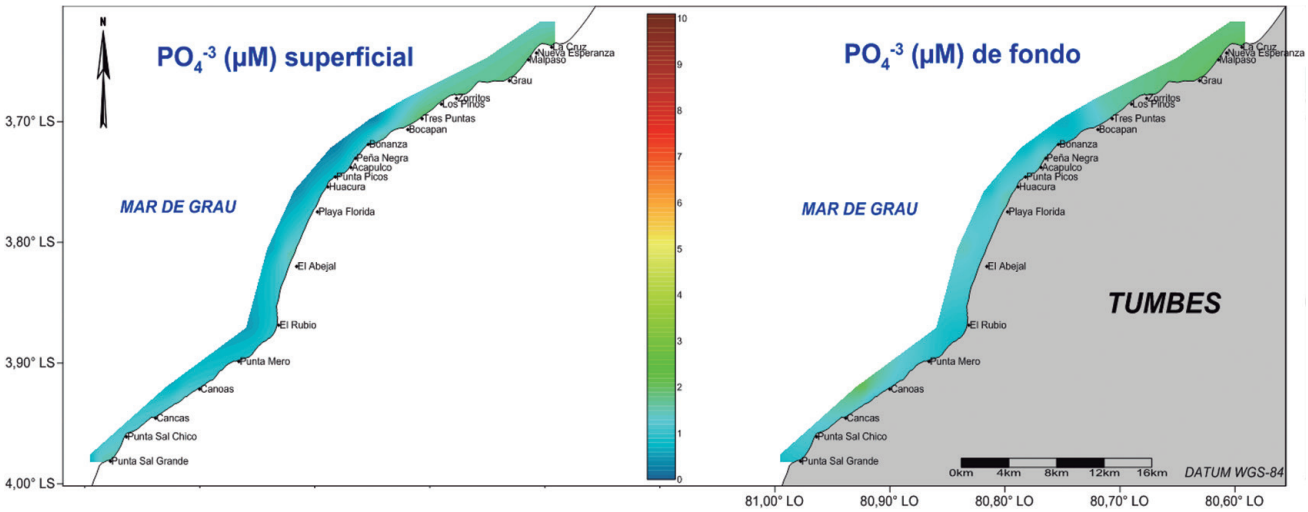


Figura 12.- Fosfatos (µmol.L^{-1}) en superficie y fondo entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

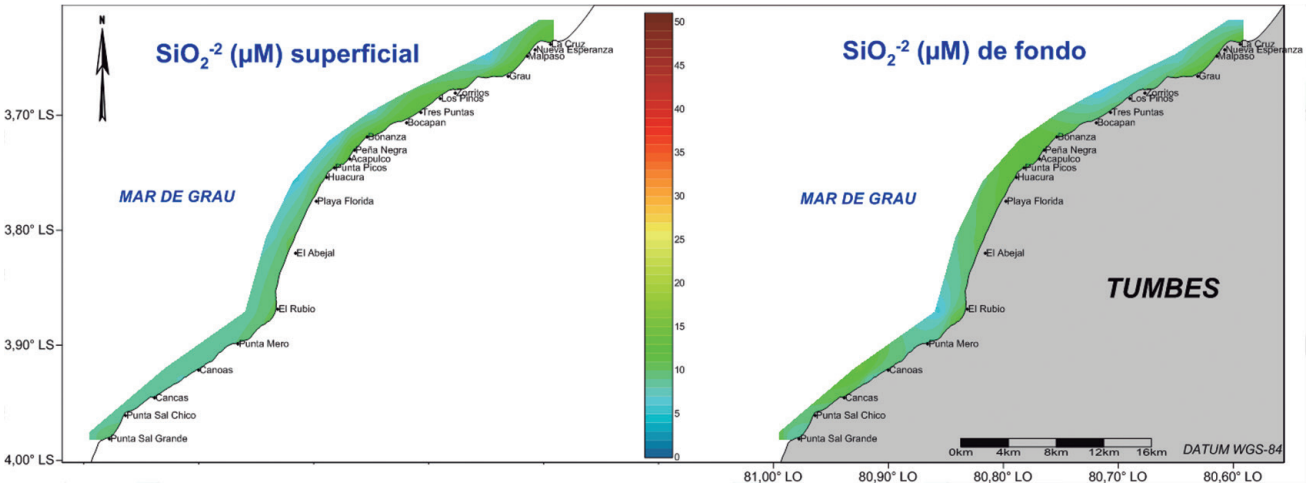


Figura 13.- Silicatos (µmol.L^{-1}) en superficie y fondo entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

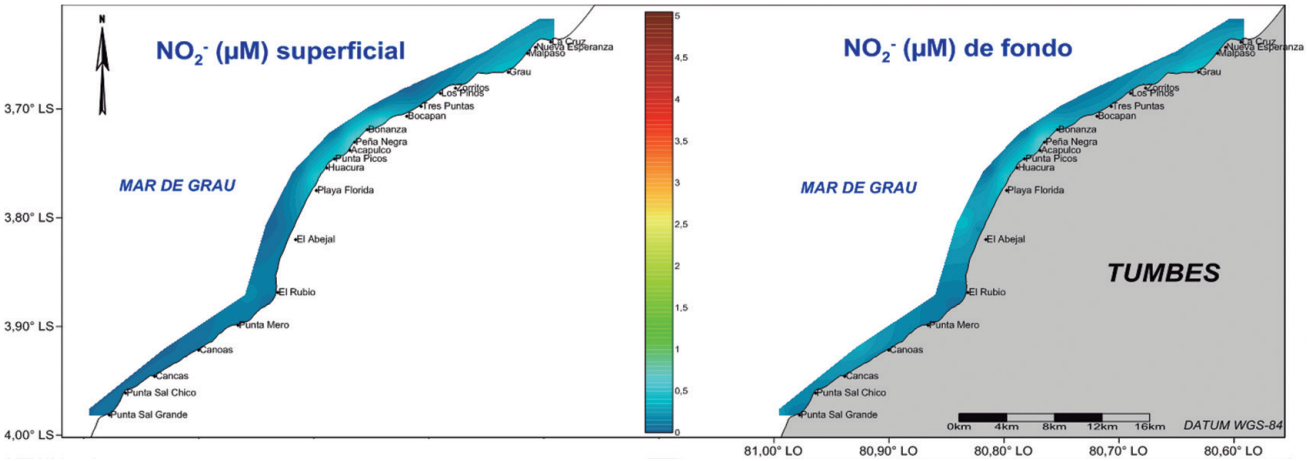


Figura 14.- Nitritos (µmol.L^{-1}) en superficie y fondo entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

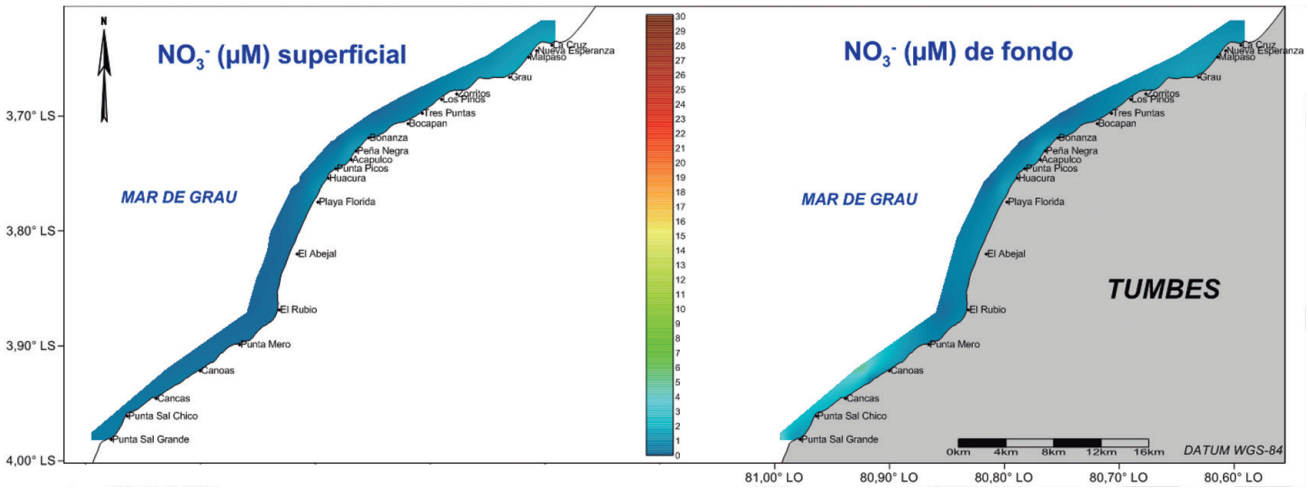


Figura 15.- Nitratos (µmol.L^{-1}) en superficie y fondo entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

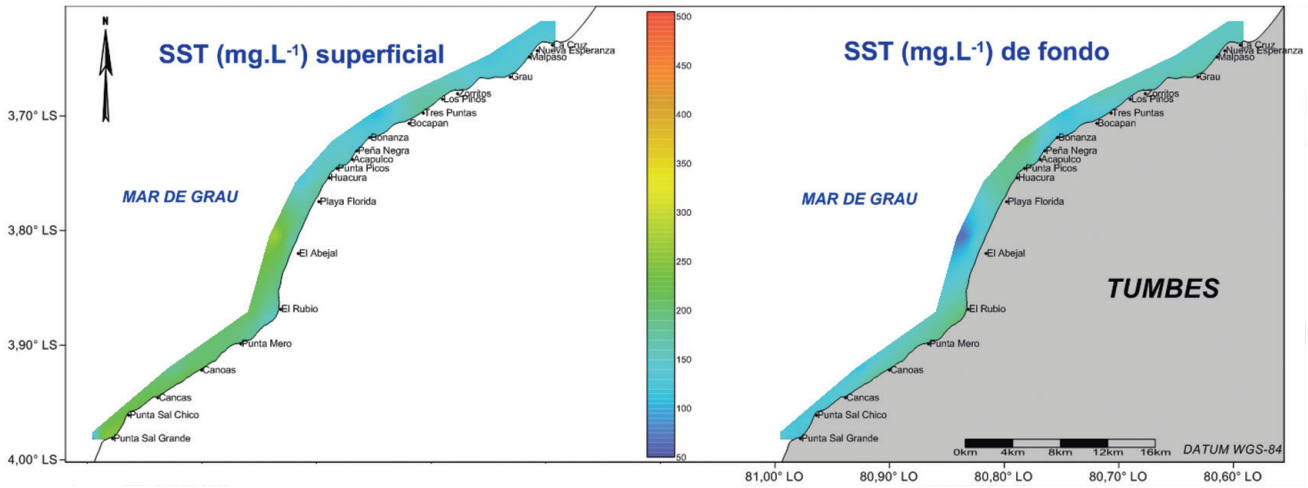


Figura 16.- Sólidos suspendidos totales (mg.L^{-1}) de superficie y de fondo entre La Cruz y Punta Sal, Región Tumbes. Octubre 2014

Las mayores concentraciones de fosfatos se registraron en fondo y disminuyeron con la latitud (Fig. 12). En superficie y fondo los promedios fueron similares (1,10 y 1,27 μmol.L^{-1}), entre La Cruz y Tres Puntas se presentaron las mayores concentraciones (Tabla 7). En superficie los fosfatos tuvieron asociación inversa con las concentraciones de OD (Tabla 8) y en fondo con pH y profundidad (Tabla 9). Alemán et al. (2016) registraron promedios de superficie y fondo más extremos (2 y 0,98 μmol.L^{-1}).

Los silicatos presentaron rangos de variación en superficie y fondo con similar amplitud, con promedios de 9,57 y 9,92 μmol.L^{-1}. En superficie disminuyeron ligeramente con la latitud y en aguas alejadas de la costa, mientras que en fondo la tendencia fue inversa (Tabla 7, Fig. 13). En superficie las concentraciones de silicatos se asociaron inversamente con el OD y directamente con fosfatos (Tabla 8), en fondo fueron inversas con la profundidad (Tabla 9). Alemán et al. (2016), registraron concentraciones que disminuyeron con la latitud en superficie y fondo; además sus promedios fueron más altos en ambos estratos (16,43 y 17,44 μmol.L^{-1}, respectivamente).

A diferencia de los silicatos, los nitritos presentaron menores concentraciones. Casi todas las concentraciones de este nutriente no superaron 0,5 μmol.L^{-1}, entre Peña Negra y Huacura se registraron concentraciones más altas (Tabla 7, Fig. 14). Los nitritos en superficie y en fondo presentaron promedios similares (0,2 y 0,24 μmol.L^{-1}). En superficie se asociaron inversamente con el pH (Tabla 8) mientras que en fondo se asociaron directamente con las concentraciones de fosfatos y silicatos; con la profundidad tuvieron una asociación inversa (Tabla 9). Alemán et al. (2016) registraron promedios de superficie y fondo más extremos (1,10 y 0,17 μmol.L^{-1}).

Los nitratos presentaron rango de variación más amplio en fondo, aunque sus concentraciones, no superaron a 2 μmol.L^{-1} (Tabla 7). En superficie las concentraciones de nitratos disminuyeron con la latitud, el promedio fue de 0,67 μmol.L^{-1}; mientras que en fondo aumentaron, el promedio fue de 1,29 μmol.L^{-1} (Fig. 15). Alemán et al. (2016) registraron mayores promedios en superficie y fondo (1,44 y 6,85 μmol.L^{-1}). Los nitratos, en superficie y fondo, presentaron asociaciones inversas con pH y OD y directa con las concentraciones de fosfatos (Tablas 8 y 9). Con la profundidad, los nitratos presentaron asociación inversa, similar a lo obtenido con nitritos, con los que en fondo tuvieron asociación directa (Tabla 9).

Los sólidos suspendidos totales (SST) presentaron concentraciones entre 60 y 300 mg.L^{-1} (Tabla 9, Fig. 16) distinto a lo registrado por Alemán et al. (2016) quienes encontraron concentraciones de 300 a 800 mg.L^{-1}.

En superficie, las concentraciones de SST fueron menos homogéneas que en fondo y aumentaron con la latitud (Fig. 16). En superficie y fondo alcanzaron promedios de 163,3 y 150,3 mg.L^{-1} respectivamente, menores a los registrados por Alemán et al. (2016) (540,3 y 564,0 mg.L^{-1}). Tanto en superficie como en fondo los SST no presentaron asociación estadísticamente significativa con ningún parámetro (Tablas 8 y 9).

4. CONCLUSIONES

La densidad media de *Donax dentifer* fue 78,1 ind.m^{-2} y de *Crassostrea iridescens* fue 2,5 ind.m^{-2}.

D. dentifer presentó estructura de talla bimodal, talla media 24,1 mm LV.

C. iridescens presentó estructura de talla polimodal, talla media 84,5 mm AV. Ambas especies registraron elevada presencia de ejemplares jóvenes.

Los grupos predominantes, según número de especies, en los ambientes intermareal y submareal, fueron moluscos y crustáceos.

En el intermareal, los promedios de temperatura disminuyeron con la latitud; mientras que los de oxígeno disuelto aumentaron. Los valores de ambos parámetros presentaron asociación estadísticamente no significativa. La salinidad y los silicatos disminuyeron con la latitud; mientras que los fosfatos, nitritos y nitratos, aumentaron.

En el submareal, la batimetría presentó profundidades, en su mayoría, menores a 10 m, las condiciones hídricas mostraron corrientes superficiales con predominio de dirección SSW y velocidades menores a 42 cm.s^{-1}. El estado de mar predominante fue "calma o llana", debido a las horas del día en que se ejecutaron las labores de campo.

En el submareal, se evidenciaron condiciones de homogenización por corrientes verticales en la columna de agua, originando distribución y condiciones similares en superficie y fondo en cuanto a temperatura, pH, OD, salinidad y nutrientes, lo que pudo deberse a la incidencia de los vientos locales sobre la columna de agua con bajas profundidades.

La columna de agua en el submareal tuvo características de Aguas Tropicales Superficiales (S <34 ups).

En general, en superficie y fondo, los parámetros no se asociaron a las variaciones de temperatura y sólidos

suspendidos totales (SST). La profundidad ejerció mayor influencia en los valores y concentración de algunos parámetros como pH y nutrientes.

5. REFERENCIAS

Álamo V, Valdivieso V. 1997. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. (Segunda Edición revisada y actualizada). Instituto del Mar del Perú. 183 pp.

Alemán S, Montero P, Vera M, Luque C, Ordinola E. 2016. Bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y zonas de pesca artesanal. Tumbes, Perú. Otoño 2014. Inf Inst Mar Perú. 43(3): 275-297.

Camacho-Sandoval J. 2008. Asociación entre variables cuantitativas: análisis de correlación. Acta med. Costarricense, San José. 50(2): 94-96. <http://www.redalyc.org/pdf/434/43411756005.pdf Acceso 19/03/2013.

Caso M E. 1994. Estudio morfológico, taxonómico, ecológico y distribución geográfica de los asteroideos colectados durante las campañas oceanográficas Cortés 1, 2, 3. Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación Especial Nº12. Distrito Federal – México. 17-111 pp.

Chirichigno N. 1970. Lista de crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda) con datos de su distribución geográfica. Inf Inst Mar Perú. 35: 95 pp.

Granja–Fernández R, Herrero-Pérezrul M, López-Pérez R, Hernández L, Rodríguez-Zaragoza F, Jones RW, Pineda-López R. 2014. Ophiuroidea (Echinodermata) from coral reefs in the Mexican Pacific. Zoo Keys 406: 101–145. doi: 10.3897/zookeys.406.6306. www.zookeys.org.

Keen M, Mc Lean J H. 1971. Sea shells of tropical West America Marine Mollusks from Baja California to Peru. Class Pelecypoda. Second edition. Stanford University. 302 pp.

Mair J, Mora E, Cruz M. 2002. Manual de campo de los invertebrados bentónicos marinos: moluscos, crustáceos y equinodermos de la zona litoral ecuatoriana. Universidad de Guayaquil y Heriot-Watt University. Guayaquil Ecuador. 108 pp.

Méndez M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) de mar y ríos de la costa del Perú. Bol Inst Mar Perú. 5: 170 pp.

Mora E. 1990. Catálogo de bivalvos marinos del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico Técnico. Vol. X. Nº 1. Guayaquil – Ecuador. 136 pp.

Morón O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Bol Inst Mar Perú. 19 (1–2):179-204.

Morón O. 2011. Climatología de la salinidad superficial del mar frente a la costa peruana. 1960 - 2008. Inf Inst Mar Perú. 38(1):7-39.

Moscoso V. 2012. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Bol Inst Mar Perú. 27 (1–2): 8–207.

Moscoso V. 2013. Claves para identificación de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Bol Inst Mar Perú. 28 (1–2): 8–135.

Ordinola E, López E, Gonzales I, Montero P, Agurto K, Torres E, Vera M, Inga C. 2010. Identificación y delimitación de bancos naturales de invertebrados marinos, zonas de pesca artesanal y áreas propuestas para maricultura en el litoral de la Región Tumbes. Inf. Interno. Inst. Mar Perú. 79 pp.

Penchaszadeh P. 1971. Observaciones cuantitativas preliminares en playas arenosas de la costa central del Perú con especial referencia a las poblaciones de "muy muy" (*Emerita analoga* Crustacea: Anomura, Hippidae). Inst. Biol. Mar. Mar del Plata. Contr. 177: 1-16.

Perkins E. 1976. The biology of estuaries and coastal waters. Academic Press INC. 2da edic. London, Great Britain. p. 526.

Uribe R, Rubio J, Carbajal P, Berrú P. 2013. Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la Región Ancash, Perú. Callao- Perú. Bol Inst Mar Perú. 28 (1–2): 136-294.

Zúñiga O. 2002a. Guía de biodiversidad. Crustáceos. Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental CREA, Universidad de Antofagasta Chile. 1 (2): 78 pp.

Zúñiga O. 2002b. Guía de biodiversidad. Moluscos. Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental CREA, Universidad de Antofagasta Chile. 1 (3): 84 pp.

Tabla 7.- Promedio de los parámetros físicos, químicos y de la velocidad de las corrientes superficiales (CS), en el submareal de la Región Tumbes. Octubre 2014

Zona	Transp. (m)	T (°C)		pH		OD ($mL.L^{-1}$)		SST ($mL.L^{-1}$)		PO_4^{-3} ($\mu mol.L^{-1}$)		SiO_2^{-2} ($\mu mol.L^{-1}$)		NO_2^{-} ($\mu mol.L^{-1}$)		NO_3^{-} ($\mu mol.L^{-1}$)		V Prom. ($cm.s^{-1}$)
		Sup.	Fon.	Sup.	Fon.	Sup.	Fon.	Sup.	Fon.	Sup.	Fon.	Sup.	Fon.	Sup.	Fon.	Sup.	Fon.	
La Cruz	0,8	24,5	24,4	8,02	8,01	4,93	4,70	135,5	153,5	1,62	1,85	11,90	9,46	0,27	0,23	1,52	1,14	7,7
Nueva Esperanza	0,5	25,1	24,6	8,02	8,04	4,66	4,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,2
Mal Paso	0,8	25,3	24,8	8,03	7,98	4,60	4,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,0
Grau	1,1	25,2	24,8	8,05	8,01	4,79	4,61	131,0	159,0	1,65	1,87	9,71	9,78	0,31	0,33	1,42	1,50	10,6
Zorritos	0,6	25,4	25,3	8,08	8,06	5,30	4,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Los Pinos	0,7	25,3	25,4	8,08	8,07	4,93	4,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,9
Tres Puntas	2,9	25,3	25,1	8,12	8,10	5,09	5,14	173,5	152,0	1,56	1,49	11,38	7,99	0,10	0,18	0,61	0,80	21,2
Bonanza	1,1	24,9	24,9	8,06	8,06	4,92	4,87	120,5	119,0	0,88	0,70	9,76	9,79	0,36	0,21	0,44	0,44	5,0
Peña Negra	1,1	25,2	25,1	8,05	8,05	4,85	4,84	145,5	134,0	0,97	1,39	12,52	12,04	0,62	0,67	1,60	1,79	4,8
Acapulco	1,7	25,4	25,1	8,20	8,20	5,26	4,98	147,0	209,0	0,32	0,71	6,63	12,29	0,10	0,11	0,04	0,05	33,9
Punta Picos	1,0	25,2	25,2	8,01	8,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3
Huacura	1,0	25,4	25,3	8,11	8,08	4,79	4,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,1
Playa Florida	1,8	25,4	24,9	8,12	8,13	5,09	4,94	151,3	175,0	0,69	1,15	7,94	10,84	0,29	0,27	0,57	0,82	18,1
El Abejal	1,7	26,4	24,9	8,21	8,12	5,28	4,80	222,0	107,5	1,08	1,27	8,86	9,73	0,07	0,29	0,10	0,87	17,2
El Rubio	2,7	25,6	25,1	8,16	8,10	5,15	4,88	180,5	181,5	0,75	0,85	9,29	8,43	0,13	0,10	0,14	0,56	12,9
Punta Mero	1,7	25,7	25,5	8,13	8,10	5,11	4,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,6
Canoas	2,0	25,2	23,8	8,22	7,93	5,02	4,35	203,5	150,0	1,04	1,55	8,41	11,12	0,07	0,25	0,40	2,77	9,6
Punta Sal Chico	2,5	24,8	24,4	8,00	8,07	4,89	4,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,8
Punta Sal Grande	2,5	24,1	22,9	8,11	8,04	4,81	4,16	168,5	133,5	1,03	0,87	8,92	9,93	0,05	0,21	0,70	3,08	38,8