

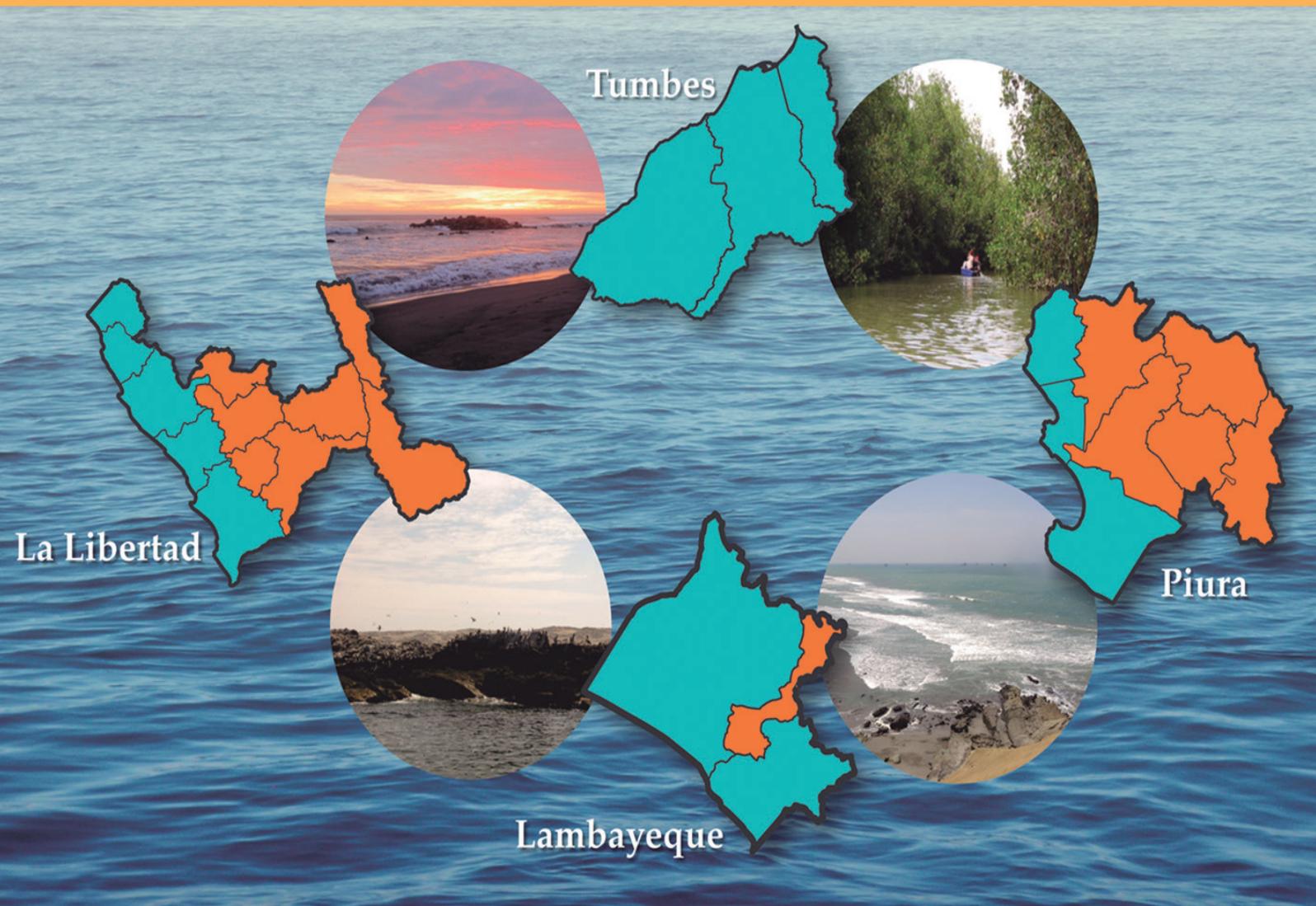


INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 44, Número 1



Enero - Marzo 2017
Callao, Perú

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME ISSN 0378-7702

Volumen 44, Número 1, Enero - Marzo 2017
[Inf Inst Mar Perú 44(1)]

CONTENIDO

I. SECCIÓN

PROGRAMA PRESUPUESTAL 068: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES

Actividad: Generación de Información y Monitoreo del Fenómeno El Niño – IMARPE

1. **Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Periodo: 1981 – 2010**
Thermohaline climatology in front of the coast of Peru. Period: 1981 - 2010
NOEL DOMINGUEZ, CARMEN GRADOS, LUIS VÁSQUEZ, DIMITRI GUTIÉRREZ, ALEXIS CHAIGNEAU 5
2. **Variabilidad del plancton y efectos de El Niño y La Niña sobre el fitoplancton. 2013-2016**
Variability of plankton and the effects of El Niño and La Niña on the phytoplankton. 2013-2016
SONIA SÁNCHEZ, JORGE QUISPE, JOSÉ MENDOZA 14
3. **Cambios del macrobentos en una estación fija frente a Chicama y su relación con la variabilidad oceanográfica**
Macrobenthos changes in the continental shelf off Chicama related oceanographic variability
LUIS QUIPUZCOA, DENNIS ROMERO, VÍCTOR ARAMAYO, ROBERT MARQUINA, DIMITRI GUTIÉRREZ..... 20
4. **Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana**
Development and application of indices and simulations for surveillance and medium-term forecasting of the impact of ENSO in front of the Peruvian coast
CARLOS QUISPE-CALLUARI, JORGE TAM, CINTHIA ARELLANO, ADOLFO CHAMORRO,
DANTE ESPINOZA-MORRIBERÓN, CARLOS ROMERO, JORGE RAMOS 28
5. **Intensificación del viento costero frente al litoral peruano durante El Niño 2015-2016**
Intensification of the wind off the coastal of Peru during El Niño 2015 – 2016
DAVID CORREA, LUIS VÁSQUEZ, DIMITRI GUTIÉRREZ 35
6. **Extracto: Comunicado Oficial ENFEN N° 03-2017**..... 38
7. **El decaimiento del evento El Niño 2015-2016 frente a las costas del Perú a través de un vehículo submarino autónomo**
FRANCOIS COLAS, DAVID CORREA, JEAN-LUC FUDA, MARTÍN CAMPOS, CÉLINE BACHELIER,
HERVÉ DEMARCO, LUIS ESCUDERO, LUIS VÁSQUEZ, DIMITRI GUTIÉRREZ, VINCENT ECHEVIN 40

CAMBIOS DEL MACROBENTOS EN UNA ESTACIÓN FIJA FRENTE A CHICAMA Y SU RELACIÓN CON LA VARIABILIDAD OCEANOGRÁFICA

MACROBENTHOS CHANGES IN THE CONTINENTAL SHELF OFF CHICAMA RELATED OCEANOGRAPHIC VARIABILITY

Luis Quipuzcoa¹ Dennis Romero¹ Víctor Aramayo¹
Robert Marquina¹ Dimitri Gutiérrez¹

RESUMEN

QUIPUZCOA L, ROMERO D, ARAMAYO V, MARQUINA R, GUTIÉRREZ D. 2017. Cambios del macrobentos en una estación fija frente a Chicama y su relación con la variabilidad oceanográfica. Programa Presupuestal: Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres. Inf Inst Mar Perú. 44(1): 20-27.- Se describe la variabilidad interanual oceanográfica y de la comunidad del macrobentos en una estación ubicada a 102 m de profundidad frente a Chicama (07°48'S) entre 2013 y 2016. Sobre el fondo, se detectaron condiciones disóxicas desde 2013 hasta marzo 2014; que fueron seguidas por un período de oxigenación hasta la primavera del mismo año, asociado al desarrollo del evento El Niño costero moderado 2014. A partir de abril 2015 se detectó un período más prolongado de oxigenación hasta el verano de 2016, asociado al Niño Costero Fuerte 2015-2016. Los episodios de oxigenación fueron ocasionados por la propagación de ondas Kelvin cálidas atrapadas en la costa. La abundancia y la biomasa del macrobentos fueron muy fluctuantes bajo las condiciones cálidas predominantes desde el invierno 2014, sin ser significativamente diferentes al período frío anterior. Sin embargo, se observó un aumento paulatino de la riqueza específica durante el período cálido, explicado en parte por la llegada de especies características de la plataforma norte del Perú.

PALABRAS CLAVE: Macrobentos, variabilidad oceanográfica

ABSTRACT

QUIPUZCOA L, ROMERO D, ARAMAYO V, MARQUINA R, GUTIERREZ D. 2017. Macrobenthos changes in the continental shelf off Chicama related oceanographic variability. Budget Program: Reduction vulnerability and disaster emergency response. Inf Inst Mar Peru. 44(1): 20-27.- The interannual oceanographic and community variability of the macrobenthos in a station located at a depth of 102 m in front of Chicama (07°48'S) between 2013 and 2016 is described. On the bottom, dysoxic conditions were detected from 2013 to March 2014; which was followed by a period of oxygenation until the spring of the same year, associated with the development of the moderate coastal El Niño event of 2014. As of April 2015, a longer period of oxygenation was detected until the summer of 2016, associated with the strong coastal El Niño 2015-2016. Oxygenation episodes were caused by the propagation of warm Kelvin waves trapped on the coast. The abundance and biomass of macrobenthos were very fluctuating under the prevailing warm conditions since winter 2014, without being significantly different from the previous cold period. However, there was a gradual increase of specific richness during the warm period, explained in part by the arrival of species characteristic of the northern platform of Peru.

KEYWORDS: Macrobenthos, oceanographic variability

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo como marco el desarrollo del Programa presupuestal 0068 "Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres" y la actividad: "Estudio y Monitoreo de los Efectos del Fenómeno El Niño" relacionada a la colecta y análisis de información bio-oceanográfica en la zona norte del litoral peruano, se realiza un monitoreo del macrobentos sublitoral en un punto fijo establecido a una distancia de 15 mn de la costa de Chicama desde marzo de 2013. El presente

estudio tiene como objetivo evaluar la variabilidad de la comunidad bentónica y su relación con los parámetros abióticos, estableciendo posibles indicadores del ENSO.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El Punto Fijo está ubicado en las coordenadas geográficas 07°48'S y 79°41'W a 15 mn frente a Chicama y una profundidad aproximada de 102 m (Fig. 1).

1 Dirección General de Investigación en Oceanografía y Cambio Climático, IMARPE.
lquipuzcoa@imarpe.gob.pe

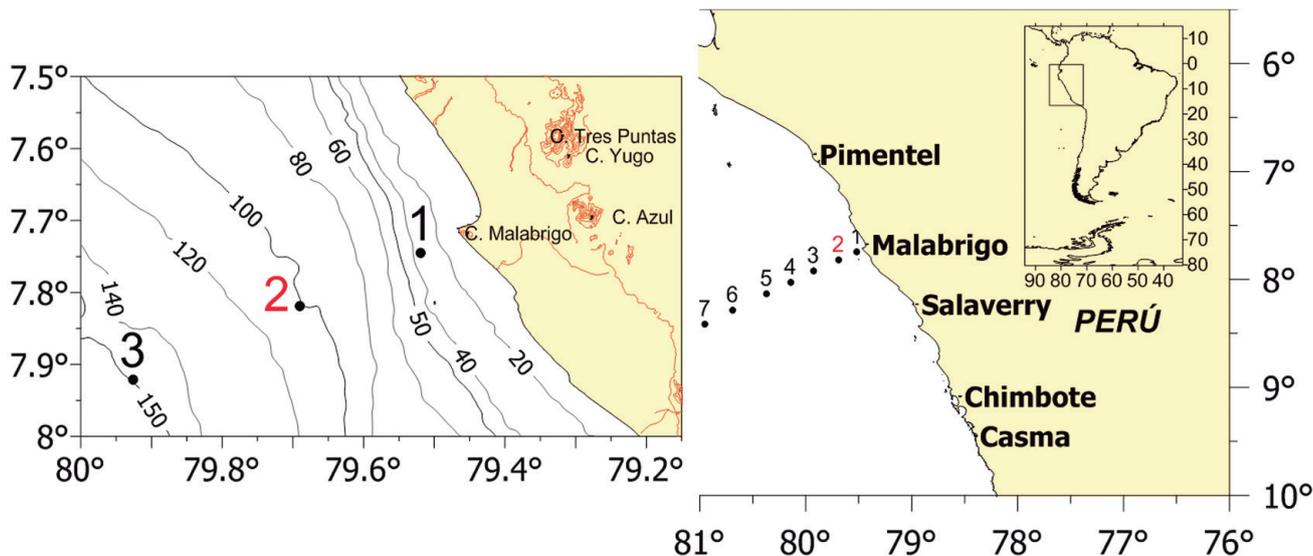


Figura 1.- Carta de estaciones en la línea oceanográfica Chicama y Punto Fijo (en rojo) con muestreo de bentos (estación E2)

La estructura vertical térmica, halina y del oxígeno disuelto fue determinada desde la superficie hasta 100 m de profundidad. Los registros fueron obtenidos con un equipo CTD Sea Bird SBE Plus con sensor de oxígeno. Cuando no se utilizó CTD, se colectaron muestras de agua a niveles estándar con botellas Niskin y se determinó el oxígeno disuelto según el método de Winkler modificado por CARRIT y CARPENTER (1966). Para el análisis de salinidad se usó un equipo Portasal Guildline modelo 8410^a.

El muestreo de macrobentos comprendió hasta 3 réplicas, empleando una draga tipo van Veen de 0,05 m² de cobertura, totalizando 64 muestras para el período estudiado (Tabla 1).

El análisis biológico consistió en determinar la composición de la comunidad de la macrofauna hasta el menor nivel taxonómico posible. Se calculó la densidad (ind./0,05 m²) y la biomasa en peso húmedo (g/0,05 m²), datos que luego fueron extrapolados al metro cuadrado.

Para la determinación de los taxa se usó literatura especializada como CHIRICHIGNO (1970), FAUCHALD (1977), HOBSON y BANSE (1981), BARNARD y KARAMAN (1991) y ÁLAMO y VALDIVIESO (1997).

Los aspectos cuantitativos de la estructura comunitaria (número de especies, densidad y biomasa), el cálculo de la diversidad (H') y el índice de equidad (J') fueron calculados mediante el software Primer 6 v 6.1.13. Los mapas de ubicación y distribución de los parámetros abióticos se realizaron con el software Surfer v12 (2014). La serie del índice costero de El Niño (ICEN) para el periodo de estudio fue extraída desde el sitio:

www.met.igp.gob.pe/datos/ y la categorización según el índice costero El Niño (ICEN) (ENFEN 2012) (TAKAHASHI et al. 2014).

Tabla 1.- Fechas de realización de muestreos de bentos y número de dragados (réplicas) obtenidas durante el estudio

año	mes	día	Nro. réplicas
2013	Marzo	22	2
	Junio	4	3
	Setiembre	5	3
	Noviembre	14	3
	Diciembre	12	3
2014	Febrero	28	3
	Marzo	27	2
	Setiembre	25	3
	Octubre	24	3
	Diciembre	17	3
2015	Febrero	26	2
	Marzo	17	2
	Abril	24	3
	Mayo	29	2
	Junio	22	3
	Julio	17	3
	Agosto	24	3
	Setiembre	20	3
	Octubre	18	3
	Noviembre	22	3
Diciembre	17	3	
2016	Enero	27	3
	Marzo	12	3

3. RESULTADOS

Categorización del período de estudio según el índice Costero El Niño (ICEN)

Considerando los umbrales para las categorías de anomalías de temperaturas (cálidas y frías a diferentes magnitudes) propuestas por el Comité Técnico del ENFEN podemos diferenciar dos escenarios:

- (i) Desde marzo 2013 hasta el primer trimestre de 2014: caracterizado por condiciones frías a neutras (valores negativos del ICEN).
- (ii) Desde setiembre de 2014 hasta marzo de 2016: caracterizado por condiciones neutras a cálidas fuertes (valores positivos del ICEN).

Para ambos escenarios ocurrieron condiciones extremas: junio 2013 (Fría Fuerte) y junio de 2015 a enero de 2016 (Cálida Fuerte) (Fig. 2).

Condiciones Oceanográficas Subsuperficiales

La figura 3 muestra los cambios de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto (OD) en la columna de agua entre 2013 y 2016. Durante el 2013, aunque hubo fluctuaciones en la profundidad de la termoclina y de la oxiclina, el fondo permaneció bajo condiciones disóxicas (<0,5 mL/L). En abril 2014, a consecuencia del impacto de una onda Kelvin se registró el hundimiento de la termoclina y la aparición de aguas de mezcla en la columna de agua, oxigenándose el fondo a concentraciones de OD >1 mL/L. Estas condiciones continuaron hasta el mes de agosto, asociadas a la duración del evento El Niño costero en ese año. Luego de un período de normalización de la estructura vertical de la columna de agua que duró hasta inicios de 2015, se registró la profundización de las isothermas e iso-oxígenas, asociada a la propagación de nuevas ondas Kelvin cálidas, generando la prevalencia de condiciones oxigenadas sobre el fondo (>0,5 mL/L) hasta principios de 2016, particularmente en abril/mayo 2015

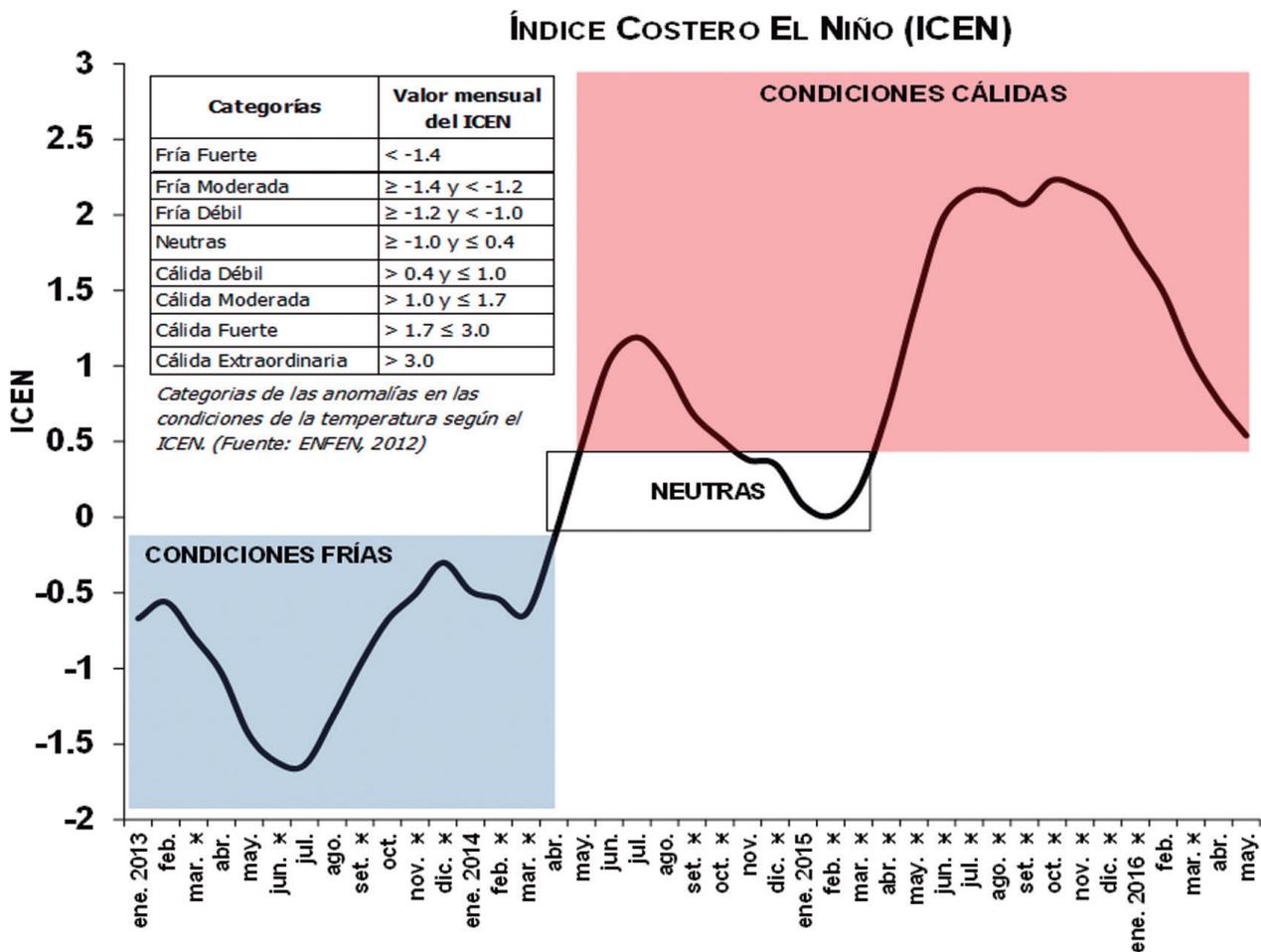


Figura 2.- Serie de tiempo de valores mensuales del ICEN, desde enero de 2013 a mayo de 2016, basado en la anomalía térmica del mar en la región Niño 1+2.

Perfil Chicama, estación E2

Los meses con (*) corresponden a muestreo de bentos.

y desde setiembre 2015 hasta enero 2016. Asimismo, en el segundo semestre de 2015 se registró un cambio en las condiciones halinas, debido a la presencia de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) asociadas a valores de salinidad >35,1 ups en gran parte de la columna de agua.

Parámetros comunitarios

Biomasa total de la macrofauna y el bacteriobentos

Entre el 2013 y el primer semestre de 2014 los valores de biomasa variaron en el rango de $12,9 \pm 2,8 \text{ g.m}^{-2}$

a $26,7 \pm 0,1 \text{ g.m}^{-2}$. Después de esta fecha, la biomasa promedio cayó por debajo de 15 g.m^{-2} hasta abril 2015. Posteriormente, la biomasa exhibió grandes fluctuaciones, variando entre $11,6 \pm 6,4 \text{ g.m}^{-2}$ (junio 2015) y $28,9 \pm 12,6 \text{ g.m}^{-2}$ (noviembre 2015). La biomasa de *Thioploca* mostró un pico máximo en abril de 2015 ($245,34 \text{ g.m}^{-2}$) y los menores valores entre diciembre de 2015 a marzo de 2016; sin embargo no se evidenció un patrón o tendencia definido. En tanto la abundancia total disminuyó significativamente entre febrero y octubre 2014, pasando de un rango entre 13.266 y 26.026 ind.m⁻² a otro entre 5.020 y 15.086 ind.m⁻² (Fig. 4a).

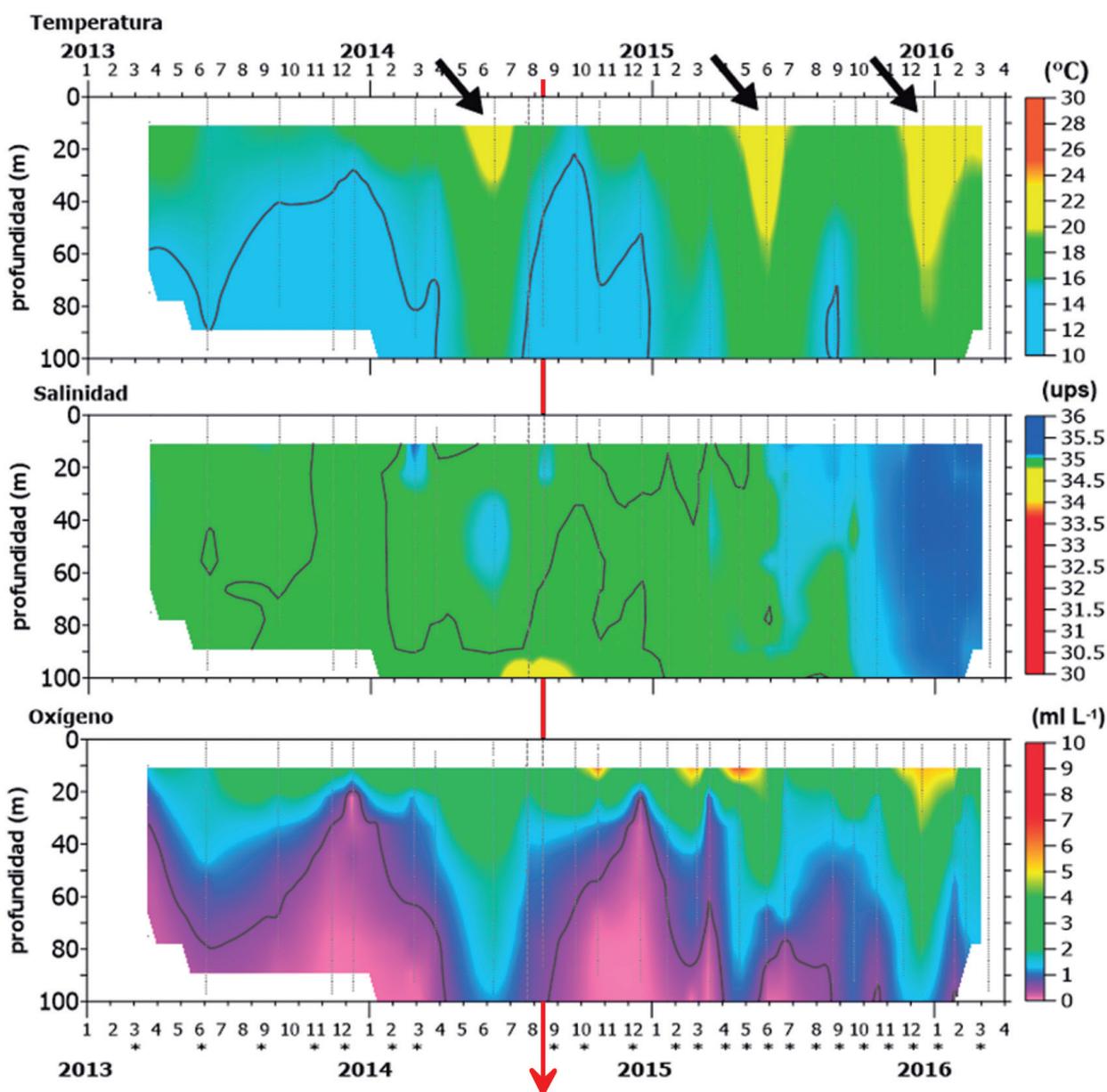


Figura 3.- Series de tiempo de: temperatura, salinidad y oxígeno, entre 2013 – y marzo de 2016 en el punto fijo de Chicama E2. Las flechas pequeñas indican el arribo continuo de ondas Kelvin. La flecha roja señala un punto anterior y posterior a setiembre de 2014. Los meses con (*) corresponden a muestreo de bentos

Composición y diversidad de la macrofauna bentónica

Fueron registrados 64 morfotipos o taxa (especies/géneros/familias) de macrofauna bentónica, distribuidos en Polychaeta (40), Crustacea (12), Mollusca (06), Nemertea (04) y otros (02: Enteropneusta y Sipuncula) además de Nematoda y *Thioploca* spp. Los años 2013 y 2014 fueron los que presentaron el menor número de especies (26 y 20 taxa, respectivamente), a diferencia del 2015 con 48 taxa y el primer trimestre del 2016 con 29 taxa. Las especies más frecuentes y a

la vez más abundantes fueron los poliquetos *Magelona phyllisae*, *Paraprionospio pinnata* y *Cossura chilensis*.

La riqueza específica promedio de la macrofauna osciló entre 7 y 10 spp./0,05 m² entre febrero y diciembre 2014, para luego aumentar gradualmente, particularmente a partir de agosto 2015, alcanzando valores promedio de hasta 15 spp./0,05m² en enero 2016. El índice de equidad presentó en el 2013 valores entre 0,493 – 0,533; en el 2014 entre 0,477 – 0,616 y en el 2015 entre 0,363 – 0,738. (Fig. 4b).

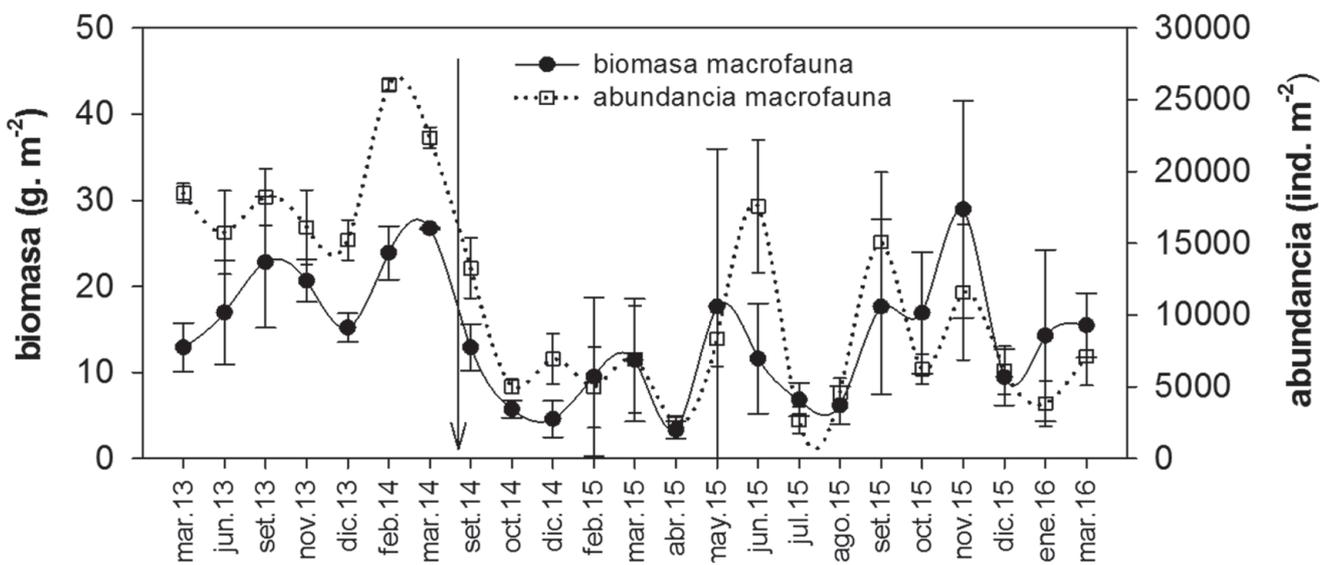


Figura 4a.- Serie de tiempo de la biomasa y abundancia total de la macrofauna, desde marzo de 2013 a marzo de 2016. Perfil Chicama, estación E2

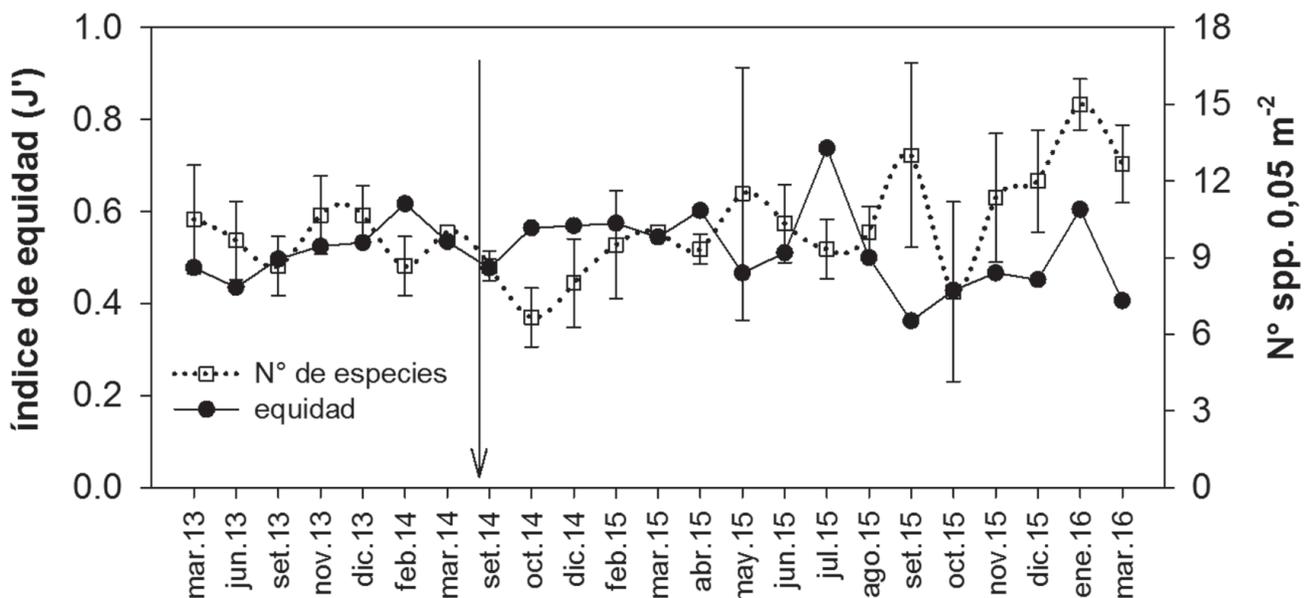


Figura 4b.- Serie de tiempo del índice de equidad y el número de especies, desde marzo de 2013 a marzo de 2016. Perfil Chicama, estación E2

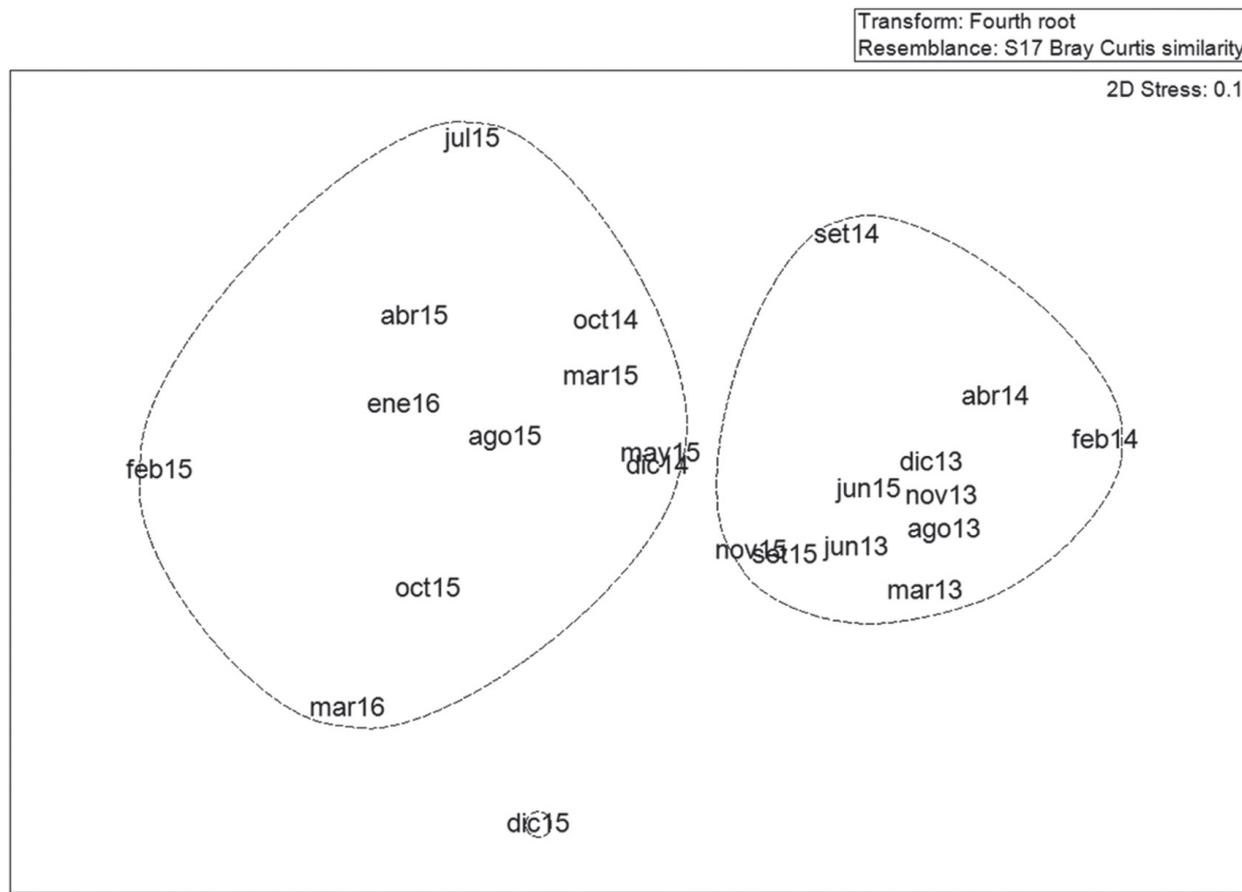


Figura 5.- Diagrama nMDS de las fechas de muestreo, con la serie de tiempo de la abundancia total de la macrofauna, marzo de 2013 a marzo de 2016. Perfil Chicama, estación E2

La matriz de las especies con abundancias relativas >1%, permitió configurar en modo O (tiempo-periodo) un diagrama nMDS que diferencia en 18% de disimilitud muestras obtenidas antes y después de setiembre 2014 (Fig. 5). Esta configuración multivariada realizada sobre la serie temporal sugiere dos periodos o escenarios distintos y se acopla a la variabilidad oceanográfica vertical y a la variabilidad del ICEN entre marzo 2013 y marzo 2016.

Los poliquetos *M. phyllisae*, *P. pinnata*, *C. chilensis*, *Aricidea* sp. y *Nephtys ferruginea* y, el anfípodo *Ampelisca araucana*, fueron los más frecuentes y abundantes durante el estudio. Todas estas especies evidenciaron un descenso en abundancia desde el año 2013 y sólo en el año 2014 hubo incremento en *Paraprionospio pinnata* y *A. araucana*.

El período frío, enero 2013-febrero 2014, estuvo caracterizado por la dominancia de *M. phyllisae*. En el período cálido aparecieron especies que no estuvieron presentes en el período anterior, tales como los poliquetos *Megalomma* sp., *Phyllochaetopterus* sp. y *Spiochaetopterus* sp. y, los anfípodos *Ampelisca mexicana* y *Westwoodilla* sp.

La comparación de abundancia específica entre los dos periodos permite visualizar mayores valores de las especies representativas en el primer periodo, respecto a los de las especies características del segundo período, los que fueron de un orden de magnitud inferior (Fig. 6).

4. DISCUSIÓN

Variabilidad asociada a las ondas Kelvin

El escenario de estudio se caracterizó por condiciones frías durante el 2013 (GRACO et al. 2016) y condiciones cálidas de distinta magnitud como El Niño débil a moderado a finales del 2014 y El Niño costero fuerte de 2015-2016 (MORÓN et al. 2015, GRACO et al. 2016).

ANCULLE et al. (2015) informaron cambios oceanográficos registrados en un punto fijo frente a Paita (100 m de profundidad, 7 mn de la costa - 5°S) evidenciándose que las alteraciones térmicas de la columna de agua estuvieron asociadas a los arribos continuos de ondas Kelvin de hundimiento, de diferente magnitud atrapadas en la costa, con la consecuente profundización de la isoterma de

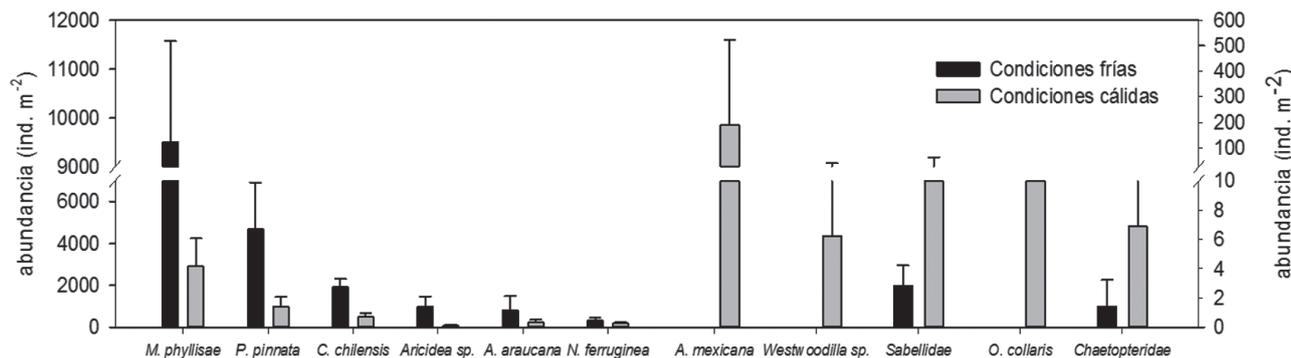


Figura 6.- Abundancia de las principales especies de la macrofauna por los dos períodos identificados a partir del análisis multivariado nMDS (enero 2013 – setiembre 2014; octubre 2014 - marzo 2016)

15 °C. Estas ondas también fueron detectables frente a Chicama (Fig. 2), registrándose además la aproximación hacia la costa de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) (MORÓN et al. 2015). Cabe indicar que el impacto de las ondas Kelvin en la profundidad de la oxiclina también fue observado frente al Callao (GRACO et al. 2016) durante el mismo período.

Respuesta comunitaria

Los cambios de la abundancia, biomasa y número de especies en la serie de tiempo de Chicama encajan en la escala interanual descrita en estudios realizados frente a San José y Paita a profundidades entre 35 y 65 m (GUTIÉRREZ et al. 2005). Entre el 2013 y el 2014 el número de especies no varió significativamente, es con El Niño a partir de mayo 2015 cuando se apreció un aumento gradual de la riqueza.

La abundancia y la biomasa cayeron antes de El Niño 2015-2016, tendiendo luego a aumentar pero con grandes fluctuaciones durante El Niño. Este patrón se asemeja más a la respuesta del macrobentos en Ancón (11°S) o en Callao (12°S), que en la zona de San José (07°S) donde estos parámetros comunitarios tienden a disminuir durante El Niño (GUTIÉRREZ et al. 2005, TARAZONA et al. 1988a, b, 2001). Frente al Callao (12°S) en una estación a 94 m de profundidad, para una serie de tiempo desde 1992, se ha encontrado que el ecosistema bentónico responde positivamente en diversidad y biomasa a la oxigenación del fondo, asociado a las fases del ENSO y al flujo de carbono orgánico total, dando como resultado una sucesión de grandes estados ecológicos del bentos (GUTIÉRREZ et al. 2008).

Cabe mencionar que otros estudios indican que la disponibilidad del oxígeno constituye el principal factor de control de la dinámica de la macrofauna bentónica al sur de los 10°S (TARAZONA et al. 1988a, b, 2001), mientras que la disponibilidad de alimento adquiere mayor importancia en el norte de la plataforma continental, debido a la prevalencia de condiciones erosivas en el fondo que limitan la

acumulación de materia orgánica en los sedimentos. Por lo tanto, se ha planteado que a escala interanual la variación de la biomasa en la zona central y sur responde positivamente a la oxigenación del fondo, mientras que al norte las fluctuaciones interanuales tienen muchas veces signo distinto (GUTIÉRREZ et al. 2006, 2008; Quipuzcoa y Gutierrez, trabajo en elaboración).

Especies favorecidas

El poliqueto *Magelona phyllisae* fue numéricamente el más importante en el periodo. Esta especie también caracterizó, durante el 2013, los fondos sublitorales frente a Callao, así como los fondos submareales de Bahía Miraflores, según datos del Laboratorio de Bentos de IMARPE.

En el Curso Taller CPPS, desarrollado en 1993 en Colombia, se señaló que algunas de las especies de macrofauna halladas en el estudio han sido consideradas como especies indicadoras de El Niño para la plataforma centro-norte (ej. *Owenia collaris*, *Sigambra bassi*, *Hermundura fauveli*). Asimismo, la proliferación de *Paraprionospio pinnata*, especie consumidora de interfase y dominante al sur de los 6°S (GUTIÉRREZ et al., 2006) ha sido reportada como una respuesta temprana ante un evento cálido en bahía Ancón (TARAZONA et al. 2001). No obstante, estas especies no exhibieron aumento durante el estudio, que pudiera atribuirse a una respuesta a las condiciones cálidas.

En cambio, es necesario mencionar que los poliquetos de la familia Sabellidae y Chaetopteridae (SALZWEDEL et al. 1988) así como los anfípodos *Ampelisca mexicana* y *Westwoodilla sp.*, determinados en la fase cálida, suelen ser más comunes al norte de los 7°S (Jiménez com. pers.). Durante el verano 2016 frente al Callao a 30 m de profundidad se determinó presencia de poliquetos sabélidos; en tanto que a 93 m de profundidad se determinó presencia de poliquetos chaetoptéridos. Estos grupos no se presentan en la zona en condiciones normales (GUTIÉRREZ et al. 2008, JIMÉNEZ 2016).

5. CONCLUSIONES

- El período de estudio presentó dos escenarios oceanográficos distintos: uno 'frio' y otro 'cálido', antes y después de setiembre 2014. El ordenamiento multivariado nMDS también sugiere la configuración de dos periodos diferentes. El período 'cálido' evidencia claramente el impacto de EN 2015-16 en la abundancia, biomasa y riqueza específica de la macrofauna bentónica.
- La variabilidad de la macrofauna bentónica se manifestó con el aumento significativo del número de especies en el período cálido respecto al período anterior, algunas de las cuales suelen presentarse al norte de la zona estudiada bajo condiciones normales.
- A diferencia de la riqueza específica, la abundancia y la biomasa presentaron fluctuaciones importantes a través del período cálido, sin alcanzar diferencias significativas sostenidas con respecto al período anterior.

6. REFERENCIAS

- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1997. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Inst. Mar Perú, Boletín Volumen Extraordinario. 205 pp.
- ANCULLE T, GUTIÉRREZ D, CHAIGNEAU A, CHÁVEZ F. 2015. Anomalías del perfil vertical de temperatura del punto fijo Paita como indicador de la propagación de ondas Kelvin. "Estudio y monitoreo de los efectos del Fenómeno El Niño en el Ecosistema Marino frente al Perú". Boletín Trimestral Oceanográfico. Vol. 1, Números 1 - 4: 8-10 pp.
- BARNARD J L, KARAMAN G S. 1991. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids) (Vol. 2). Australian Museum.
- CARRIT D E, CARPENTER J H. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater—a Nasco report. J. Marine Res. 24: 286–319.
- CHIRICHIGNO N. 1970. Lista de crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda). Inf Inst Mar Perú. 35: 1-237.
- ENFEN. 2012. Definición operacional de los eventos "El Niño" y "La Niña" y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN.
- FAUCHALD K. 1977. The Polychaete worms. Definitions and keys to the order, families and genera. University of Southern California. Science, Series 28: 1-188.
- GRACO M, CORREA D, GARCÍA W, SARMIENTO M. 2016. Impactos del ENSO en la biogeoquímica del sistema de afloramiento frente a Perú central, febrero 2013-diciembre 2015. "Generación de Información y Monitoreo del Fenómeno El Niño". Boletín Trimestral Oceanográfico. Vol. 2, Número 1: 2-6.
- GUTIÉRREZ D, ARONÉS K, CHANG F, QUIPÚZCOA L, VILLANUEVA P. 2005. Impacto de la variación oceanográfica estacional e inter-anual sobre los ensamblajes de microfitoplancton, mesozooplancton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002. Bol Inst Mar Perú (22): 3-60.
- GUTIÉRREZ D, QUIPÚZCOA L, ENRÍQUEZ E. 2006. Oxygen deficiency and benthic communities in the Peruvian upper continental margin. International Journal of biodiversity, oceanology and conservation. Suplemento Gayana. Vol (70): 29-36.
- GUTIÉRREZ D, ENRÍQUEZ E, PURCA S, QUIPÚZCOA L, MARQUINA R, FLORES G, GRACO M. 2008. Oxygenation episodes on the continental shelf of central Peru: Remote forcing and benthic ecosystem response. Progress in Oceanography. 79: 177-189.
- HOBSON K, BANSE K. 1981. Sedentary and archiannelid Polychaetes of British Columbia and Washington. Bull. Fish. Aquat. Sci. 209: 1-144.
- JIMÉNEZ A. 2016. Asentamiento y reclutamiento de poliquetos bentónicos en la plataforma continental frente a Callao desde verano a invierno de 2015. Tesis para optar el grado de Magister en Ciencias del Mar. Escuela de post grado Víctor Alzamora Castro – Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- MORÓN O, GUTIÉRREZ D, ANCULLE T, LEDESMA J. 2015. Variabilidad de las condiciones oceanográficas en el punto fijo Paita (05°04'S – 81°16'W), abril 2014 – octubre 2015. "Estudio y monitoreo de los efectos del Fenómeno El Niño en el Ecosistema Marino frente al Perú". Boletín Trimestral Oceanográfico. Vol. 1, Números 1 – 4: 11-13.
- PRIMER-E. 2007. Ltd 6 Hedingham Gardens Roborough Plymouth PL6 7DX United Kingdom. © Copyright 2007 PRIMER-E Ltd, all rights reserved.
- SALZWEDEL H, FLORES L, DE FLORES E, ZAFRA A, CARBAJAL G. 1988. Macrozoobentos del sublitoral peruano, antes, durante y después de El Niño 1982–1983. In: Salzwedel H, Landa A. (Eds.). Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Vol. Extr. Bol Inst Mar Perú. 77-98.
- SURFER. 2014. Version 12, 4, 784(64 bit) – may 19. Surface Mapping System. Copyright © 1993-2014, Golden Software, Inc.
- TAKAHASHI K, MOSQUERA K, REUPO J. 2014. El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización. Instituto Geofísico del Perú. Boletín Técnico - Vol. 1, N° 2.
- TARAZONA J, SALZWEDEL H, ARNTZ W E. 1988a. Oscillations of macrobenthos in shallow waters of the Peruvian central coast induced by El Niño 1982–83. Journal of Marine Research. 46: 593–611.
- TARAZONA J, SALZWEDEL H, ARNTZ W E. 1988b. Positive effects of "El Niño" on macrozoobenthos inhabiting hypoxic areas of the Peruvian upwelling system. Oecologia 76: 184–190.
- TARAZONA J, ARNTZ W, VALLE S, PEÑA T. 2001. Los índices de El Niño y del impacto sobre las comunidades bentónicas. In: Tarazona J, Arntz W, Castillo E. (Eds.). El Niño en América Latina. Impactos biológicos y sociales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, Perú. 113–126 pp.
- www.met.igp.gob.pe/datos/