



PERÚ

Ministerio
de la Producción

Instituto del Mar
del Perú



PROGRAMA PRESUPUESTAL N° 0068 “REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES”, CON PRODUCTO “ENTIDADES INFORMADAS EN FORMA PERMANENTE Y CON PRONÓSTICO FRENTE AL FENÓMENO EL NIÑO”.

“ESTUDIO Y MONITOREO DE LOS EFECTOS DEL FENÓMENO EL NIÑO EN EL ECOSISTEMA MARINO FRENTE AL PERÚ”

Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1 - 4

2015

ÍNDICE “LABCOS” PARA LA CARACTERIZACIÓN DE EVENTOS EL NIÑO Y LA NIÑA FRENTE A LA COSTA DEL PERÚ, 1976-2015

JORGE QUISPE, LUIS VÁSQUEZ

Dirección General de Investigación en Oceanografía y Cambio Climático, IMARPE

RESUMEN

Se propone un índice de las anomalías de temperatura superficial del mar en la zona costera del país (LABCOS), basado en registros diarios de los Laboratorios Costeros de IMARPE y en la estación San Juan de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), desde 1976 al 2015. Se empleó criterios similares a los del ONI (Índice Oceánico de El Niño) de la NOAA para identificar eventos El Niño y La Niña. Mediante la técnica de percentiles y cuantiles se hizo una clasificación de ambos eventos por categoría e intensidad.

INTRODUCCIÓN

El Niño-Oscilación Sur (ENSO) es reconocido como la principal fuente de variabilidad climática a escala interanual en los trópicos y una buena parte de las regiones de latitudes medias. La ocurrencia de eventos extremos asociados al ciclo ENSO en el Pacífico Sudeste altera de modo significativo las condiciones meteorológicas (temperatura, precipitación, y la circulación del viento), la circulación marina y la productividad biológica, generando impactos sobre las actividades humanas.

A fin de caracterizar adecuadamente la magnitud y duración de los eventos El Niño y La Niña en la región Niño 1+2 y en la costa peruana, se han desarrollado varios índices océano-climático, basados en los registros de temperatura superficial del mar. Por ejemplo, TRANSMONTE et al., (2008) definieron y clasificaron el evento La Niña, usando información de la TSM en la Región Niño 1+2. Recientemente, TAKAHASHI, et al., (2013) definen el Índice Costero El Niño (ICEN) como la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la Región 1+2, el cual ha sido adoptado por el comité ENFEN para el monitoreo y pronóstico. El presente estudio propone un nuevo índice (LABCOS) basado en los registros de TSM en el litoral, a fin de incorporar la influencia del afloramiento costero y otros procesos locales que inciden en el comportamiento de la temperatura y sus anomalías frente a la costa durante los eventos El Niño y La Niña.

MATERIAL Y MÉTODOS

Datos de TSM

Los registros de TSM que se utilizaron, proceden de la red de Laboratorios Costeros del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y de la estación de San Juan de la Dirección de Hidrografía de la Marina (DHN) (Figura 1), que opera el ENFEN (Estudio Nacional del Fenómeno El Niño).

Los datos de TSM y ATSM, en la Región Niño 1+2, (0°-10°S/90°-80°W), fueron extraídos de <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices> del Centro de Predicción Climática de la NOAA, (Figura 2). Fuente también usada para determinar el ICEN-ENFEN.

La determinación del índice térmico de los laboratorios costeros y de la estación San Juan (LABCOS) se evaluó a partir de los datos diarios de TSM del periodo 1976-2015.

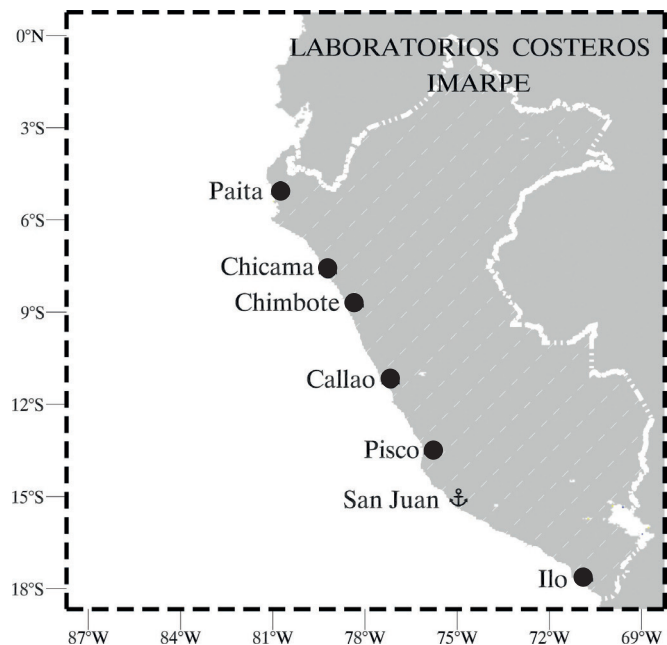


Figura 1.- Laboratorios costeros, IMARPE

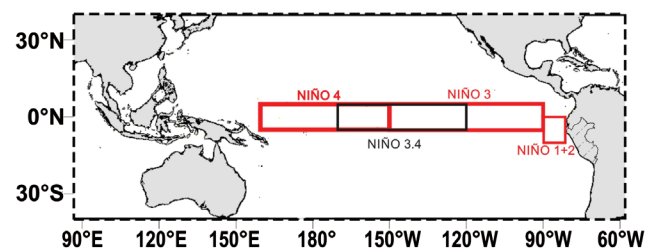


Figura 2.- Regiones Niño 4, 3-4, 3, 1+2.

En la Tabla 1, se indica la lista de Laboratorios Costeros y de la estación San Juan y su posición latitudinal respectiva. Se calcularon los promedios diarios y, los promedios mensuales en cada serie de TSM, para cada punto. Se calculó el promedio de las series de TSM que se denominó TSM-LABCOS. De forma similar se determinó las anomalías térmicas de la superficie del mar (ATSM), al que se le asignó el nombre de ATSM-LABCOS.

Siguiendo la metodología (ONI: NOAA, 2002 fuente: www.cpc.ncep.noaa.gov), se determinaron las medias móviles corridas en forma trimestral de los datos de ATSM-LABCOS, a las que se les denomina “Índice LABCOS”.

Para cuantificar la influencia de la Región Niño 1+2 en el litoral peruano se comparó las series de tiempo de TSM 1+2, y ATSM 1+2 en la Región Niño 1+2 con la TSM-LABCOS, y ATSM-LABCOS durante el periodo de estudio. Se aplicó la técnica de percentiles para tomar los percentiles de 25% y 75% como umbrales, asociando el primer cuartil ($\leq 25\%$) con eventos La Niña y el tercer cuartil ($\geq 75\%$) con eventos El

Niño; además mediante la técnica de los cuartiles se obtuvo 4 categorías dentro de ambos percentiles (0-25% y 75-100%). Se caracterizó los eventos El Niño y La Niña, a partir de tres criterios básicos (1) valor promedio de todo el evento (2) persistencia o duración del evento y (3) duración del evento; mínimo tres meses consecutivos con condiciones tipo El Niño o tipo La Niña.

Tabla 1.- Posición latitudinal de estaciones

Laboratorio Costero	Código de identificación	Latitud Sur
Paita	LC PAITA	5°
Chicama	LC HUANCHACO	7°
Chimbote	LC CHIMBOTE	9°
Callao	SEDE CENTRAL	12°
Pisco	LC PISCO	14°
San Juan	Estación (DHN)	16°
Ilo	LC ILO	17°

RESULTADOS

Se realizó un análisis de regresión polinomial (lineal polinomio de orden 1, cuadrática polinomio de orden 2) a las series de tiempo de la TSM LABCOS y la TSM en la Región 1+2 obteniéndose un ajuste débil, mientras que al aplicar un polinomio de orden 3, se encontró un ajuste más significativo entre ambas series, ya que la varianza explicada por el modelo supera el 80% (Fig. 3 a, $r^2=0,83$). Igualmente, se obtuvo un buen ajuste con la regre-

sión polinomial de orden 3 entre las series de TSM en la Región 1+2 y la TSM del Laboratorio costero de Paita (Fig. 3 b, $r^2=0,85$), las series de la ATSM LABCOS y la ATSM en la Región 1+2 (Fig. 4 b, $r^2=0,81$) y las series de ATSM en la Región 1+2 y la ATSM del Laboratorio costero de Paita (Fig. 4 b, $r^2=0,74$). De los coeficientes de determinación calculados se corrobora que el régimen ecuatorial tiene influencia en la variabilidad térmica frente a la costa peruana, disminuyendo esta influencia de norte a sur.

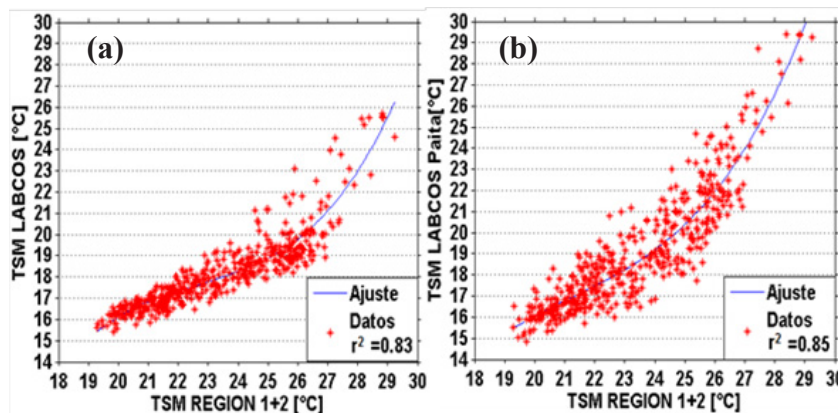


Figura 3.- Análisis de regresión polinomial entre la TSM Región Niño 1+2 y TSM-LABCOS (a), de forma similar la TSM Región 1+2 y TSM-LABCOS Paita (b)

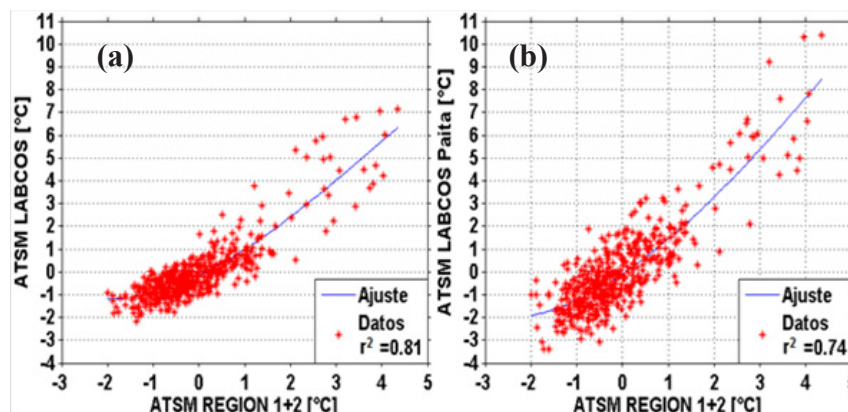


Figura 4.- Análisis de regresión polinomial entre la ATSM Región Niño 1+2 y ATSM-LABCOS (a), de forma similar la ATSM Región 1+2 y ATSM-LABCOS Paita (b)

En la figura 5, se comparan la ATSM en la Región 1+2 y el índice LABCOS (que es la media corrida trimestral de la ATSM-LABCOS); se muestran en ambas series los ciclos de calentamiento y enfriamiento que incluyen los

intervalos para la clasificación por categorías de eventos La Niña y El Niño para el Mar Peruano (Índice LABCOS), durante el periodo de estudio (1976-2015).

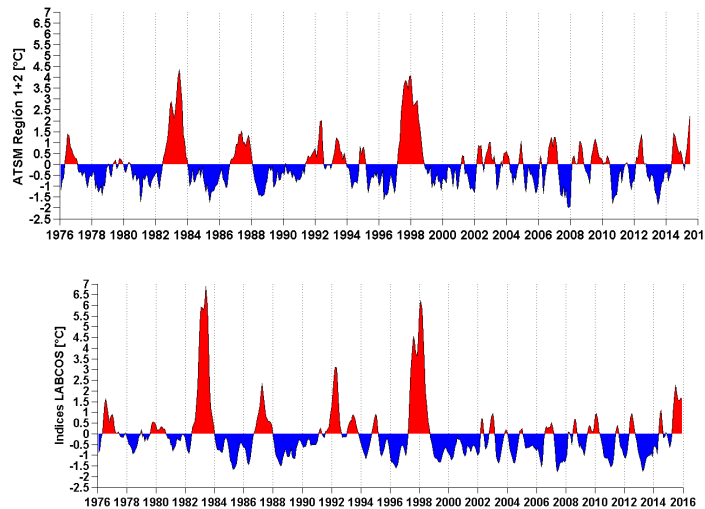


Figura 5.- Serie de la ATSM Región 1+2 (superior), Índice LABCOS (inferior)

Caracterización de los Eventos El Niño y La Niña

La distribución de frecuencias de la TSM 1+2 (Fig. 6 a) presenta dos modas, una principal de 21,5°C y una secundaria de 25,0°C; un valor promedio de 23,31°C, valores máxi-

mo (MAX) de 29,24°C y mínimo (MIN) de 19,28°C, una mediana (MED) de 23,11°C y una distribución estándar (SD) de 2,22. En cambio, la TSM-LABCOS muestra una distribución normal, con una moda de 17,5°C, promedio de 18,16°C, máximo (MAX) de 26,07°C, mínimo (MIN) de 15,26°C, MED de 17,81°C y SD de 1,85, (Fig. 6, b)

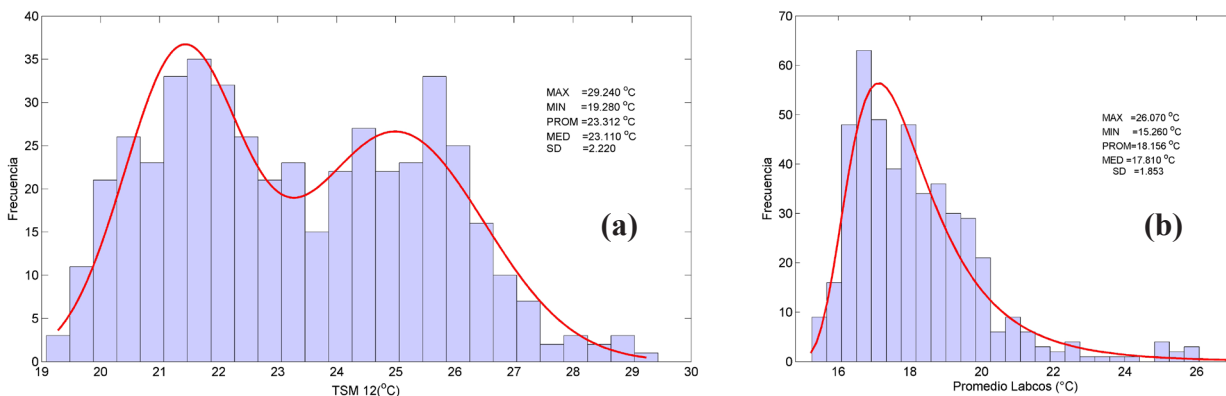


Figura 6.- Distribución de frecuencias de la TSM Región 1+2 (a) y TSM-LABCOS (b). Periodo 1976-2014. En líneas continuas se presentan los ajustes correspondientes a las distribuciones bimodal (a) y normal (b).

Las distribuciones de frecuencias de la ATSM Región 1+2 y el Índice LABCOS, presentan sesgos, siendo más pronunciados hacia la derecha lo cual indicaría que las series presentan una mayor amplitud en el rango de las anomalías positivas. También se observa un sesgo más amplio en el Índice LAB-

COS, lo cual corrobora que frente a la costa peruana se registran mayores anomalías durante los eventos el Niño a pesar que en promedio los valores absolutos de la TSM son más altos en la Región 1+2. (Fig. 7)

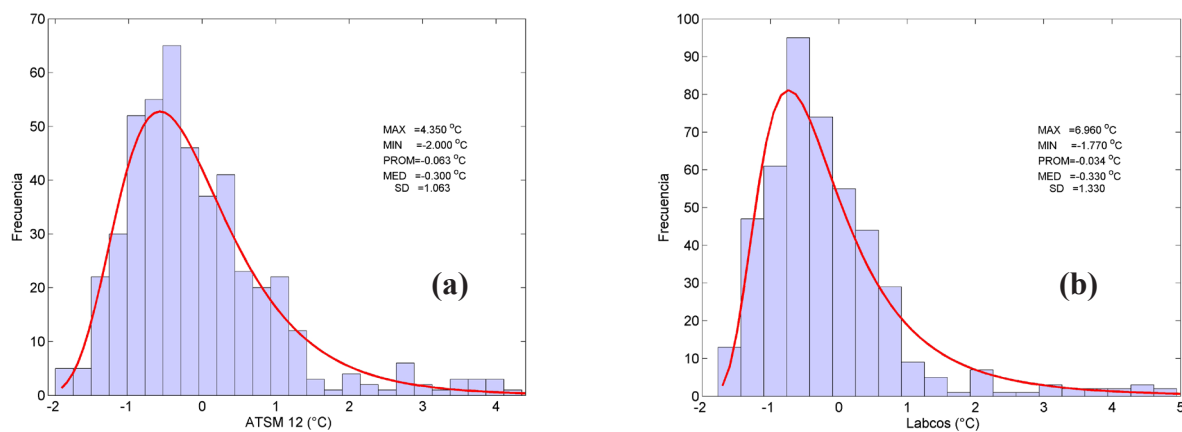


Figura 7.- Distribución de frecuencias de la ATSM Región 1+2 (a) y del Índice LABCOS (b). Periodo 1976-2015. En líneas continuas se presentan los ajustes correspondientes a las distribuciones normales.

El cálculo de los percentiles 25% y 75% del índice-LABCOS, dio como resultado los umbrales de $-0,78^{\circ}\text{C}$ para el 25% y $+0,27^{\circ}\text{C}$ para el 75% (Figura 8a). Por lo que los valores menores a $-0,78^{\circ}\text{C}$ están asociados a condiciones frías, los valores entre $-0,78^{\circ}\text{C}$ y $+0,27^{\circ}\text{C}$ (que representan el 50% de la información) a condiciones normales y los mayores a

$+0,27^{\circ}\text{C}$ a condiciones cálidas. De forma similar se obtuvo para TSM-LABCOS, los umbrales de $16,81^{\circ}\text{C}$ para el 25% y $19,11^{\circ}$ para el 75%, los menores a $16,81^{\circ}\text{C}$ asociados a condiciones frías, los que están entre $16,81^{\circ}\text{C}$ y $19,11^{\circ}\text{C}$ a condiciones normales y los mayores a $19,11^{\circ}\text{C}$ con condiciones cálidas (Figura 8b).

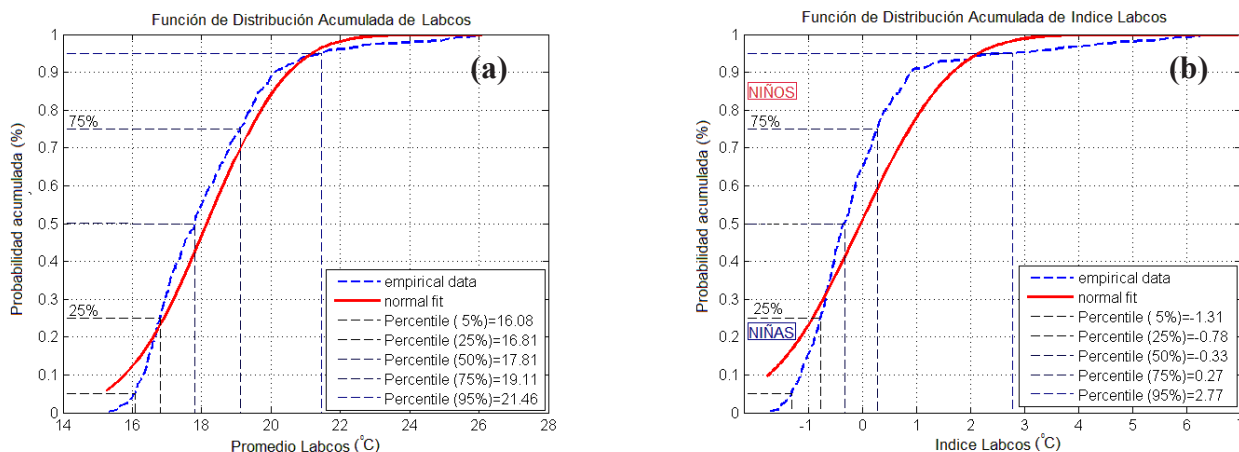


Figura 8.- Umbrales para la caracterización de El Niño/La Niña, en base a la TSM-LABCOS (a) y Índice-LABCOS (b), por el método estándar ONI de la NOAA.

Aplicando este criterio, y la duración mínima de tres meses corridos consecutivos, se identificaron 15 eventos cálidos. Aplicando la técnica de los cuartiles se analizaron estos periodos y se obtuvo los siguientes intervalos asociados a inten-

sidades de débil, moderado, fuerte y muy fuerte, los cuales se muestran en la (Tabla 2). Para categorizar cada evento se usó la intensidad más fuerte alcanzada al menos en tres meses consecutivos.

Tabla 2.- Intervalos del Índice LABCOS obtenidos para la clasificación por categorías de eventos La Niña y El Niño para el Mar Peruano (Índice LABCOS).

Evento La Niña	Máx. Anomalía	Mín. Anomalía
Fuerte	-1,31	a menos
Moderado	-1,31	-1,10
Débil	-1,10	-0,78
Neutro	-0,78	0,27
Evento El Niño	Mín. Anomalía	Máx. Anomalía
Débil	0,27	0,78
Moderado	0,78	1,37
Fuerte	1,37	2,77
Muy Fuerte	2,77	a más

De este modo se pudo clasificar cada evento, dando como resultado que durante los años 1979, 1993, 1994-1995, 2002-2003, 2008, 2009, 2009-2010, 2012, y 2014, ocurrieron Niños Débiles; durante los años 1976-1977, se presentó un Niño Moderado; durante los años 1986-1987, 1991-1992 y 2015 fueron de eventos de niño fuertes y durante 1982-1983 y

1997-1998 los Eventos Niños fueron muy fuertes. (Tabla 3).

En cambio durante 1986, 1999-2000, 2003, 2006, 2011-2012, y 2012-2013 se presentaron Niñas Débiles; durante 1984-1985, 1988-1989, 1995-1996, 2007-2008, y 2010-2011, se presentaron Niñas Fuertes. (Tabla 4)

Tabla 3.- Periodos El Niño obtenidos del índice LABCOS por categorías para el Mar Peruano.

Inicio del Evento El Niño	Fin del Evento El Niño	Duración (meses)	Categoría
Mayo 1976	Enero 1977	9	Moderado
Agosto 1979	Diciembre 1979	5	Débil
Junio 1982	Noviembre 1983	18	Muy fuerte
Setiembre 1986	Noviembre 1987	15	Fuerte
Setiembre 1991	Julio 1992	11	Fuerte
Febrero 1993	Agosto 1993	7	Débil
Octubre 1994	Enero 1995	4	Débil
Marzo 1997	Agosto 1998	18	Muy fuerte
Octubre 2002	Enero 2003	4	Débil
Junio 2008	Agosto 2008	3	Débil
Junio 2009	Agosto 2009	3	Débil
Diciembre 2009	Febrero 2010	3	Débil
Mayo 2012	Agosto 2012	4	Débil
Mayo 2014	Julio 2014	3	Débil
Abril 2015	Noviembre	8	Fuerte

Tabla 4.- Periodos La Niña obtenidos del índice LABCOS por categorías para el Mar Peruano.

Inicio Evento La Niña	Fin Evento La Niña	Duración (meses)	Categoría
Diciembre 1984	Julio 1985	7	Fuerte
Febrero 1986	Mayo 1986	3	Débil
Febrero 1988	Febrero 1989	12	Fuerte
Diciembre 1995	Julio 1996	7	Fuerte
Diciembre 1998	Julio 1999	7	Moderada
Noviembre 1999	Abril 2000	5	Débil
Marzo 2003	Junio 2003	3	Débil
Marzo 2004	Julio 2004	7	Moderada
Febrero 2006	Mayo 2006	3	Débil
Abril 2007	Enero 2008	9	Fuerte
Julio 2010	Marzo 2011	8	Fuerte
Noviembre 2011	Febrero 2012	3	Débil
Diciembre 2012	Noviembre 2013	3	Débil

CONCLUSIONES

Se propone el índice LABCOS para la clasificación de los eventos ENOS frente a la costa peruana el cual se basa en las anomalías mensuales de las temperaturas superficiales del mar en puntos del litoral distribuidos entre Paita e Ilo.

De acuerdo al índice LABCOS el evento El Niño en la costa peruana se inició en Abril 2015 y alcanza hasta el momento una magnitud Fuerte.

REFERENCIAS

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Adminis-

tration) – NWS – NCEP – CPC. 2002. Disponible en: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices>.

TRANSMONTE G Y SILVA & SILVA Y. 2007. Evento La Niña: Propuesta de Definición y Clasificación según las Año-malías de Temperatura de la Superficie del Mar en el Área Niño 1+2.

TAKAHASHI K, MOSQUERA K Y REUPO, J. 2013. El Índice Costero El Niño. Estudio Nacional del Fenómeno El Niño(ENFEN).