

CARACTERÍSTICAS OCEANÓGRAFICAS Y METEOROLÓGICAS EN EL SUR DEL PACIFICO COLOMBIANO EN EL PERÍODO ENERO-DICIEMBRE/93 Y SU RELACIÓN CON EL FENÓMENO "EL NIÑO 991/92"

CFESP Jairo Orlando Suzunaga León
CCESP Rito Ernesto Gómez Sarmiento

R ESUMEN

El Centro Control Contaminación del Pacifico (CCCP), en el año 1993 continuó con el monitoreo y análisis de los parámetros: temperatura superficial del mar, "TSM", nivel medio del mar, "NMM", índice oscilación del sur, "IOS", precipitación, temperatura ambiente, en sus estaciones oceanográficas oceánicas y costeras.

En las estaciones oceánicas para el mes de abril y octubre, se encontraron salinidades muy altas (36ppm), asociadas a la corriente de Cromwell y la variación de las anomalías fueron muy significativa obteniéndose los máximos valores en el mes de junio y normalizandose en el mes de diciembre 1993.

Al inicio de la fase pre-Niño se presentó un enfriamiento superficial y subsuperficial y posteriormente se presentó un calentamiento en ascenso progresivo. Las alteraciones del año 1993 fueron el producto del evento 1991-92 en su fase post-Niño.

Se analizaron los cinco últimos eventos de "El Niño", para el área de Tumaco, en los parámetros más significativos, estableciendo en sus fases los rangos de variación en cada uno de ellos, para tratar de conocer el patrón de comportamiento armónico de los eventos.

Teniendo en cuenta las manifestaciones en cada fase y etapa, se establecieron algunos indicadores oceanográficos, meteorológicos y biológicos para el área de Tumaco. En la fase pre-Niño se tuvieron en cuenta, el enfriamiento superficial y subsuperficial, el comportamiento del régimen de lluvias, anomalías positivas en la TSM y NMM. En las fases subsiguientes, se establecieron promedios, rangos, y consideraciones, con el fin de predecir, con una alta probabilidad de acierto, el comportamiento armónico de estos patrones, durante la presencia del fenómeno "EL NIÑO".

A BSTRACT

In 1993, the "Center for the Pollution Control in the Colombian Pacific" (CCCP), went on monitoring and analysing parameters such as sea surface temperature (SST), mean sea level (MSL), south oscillation index (SOI), precipitation and air temperature at assigned coastal and oceanic stations.

By April and October, at oceanic stations salinity indexes were found very high (36 p.p.m.), associated to Cromwell current and the variation of anomalies was highly significative, obtaining maximum values during June, for a later turn back to regular values during December 1993.

At the beginning, during pre-Niño phase, a superficial and subsuperficial cooling with a progressive warming was reported. Alterations reported in 1993, were the result of 1991-92 event at post-Niño phase.

In order to know the harmonic behavior pattern of "En Niño" events, the most significative parameters for the last five events were carefully analyzed, determining their ranges of variation in each one of them.

According to the physical manifestations at each phase and stage, some oceanographic, meteorological and biological indicators were established for the area of Tumaco. At pre-Niño phase, surface and subsurface cooling, rain behavior, SST and MSL positive anomalies were determined. At subsequent phases, ranges, averages and considerations were indicated in order to reach a high forecasting accuracy of the harmonic behavior patterns.

I NTRODUCCION

Teniendo en cuenta la importancia que el estudio de este evento tiene para la región en sus consecuencias ambientales, sociales y económicas, en el año de 1974, por intermedio de la Comisión Permanente del Pacífico del Sur, "CPPS", la delegación del Perú propuso el desarrollo de un programa coordinado entre Colombia, Ecuador, Perú y Chile, para adelantar investigaciones sobre el Fenómeno "El Niño", estudio que bajo el auspicio de la COI, UNESCO, FAO, OMM, respaldo la iniciativa (Angel, 1983), creándose el proyecto, Estudio Regional del Fenómeno "El Niño-ERFEN".

La Armada Nacional por intermedio de la Dirección General Marítima y en cabeza del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, "CIOH", inició el monitoreo oceánico en el año de 1935, realizando a la fecha 26 cruceros oceanográficos en el Océano Pacífico Colombiano, complementando a partir de 1989 su estudio con el monitoreo de las condiciones en el componente costero con tres estaciones que tienen como base San Andrés de Tumaco, bajo la responsabilidad del Centro Control Contaminación del Pacífico, "CCCP".

(fig.1)

Con los datos de 1972 a 1993, de TSM, NMM, precipitación, temperatura ambiente e IOS, se establecieron para los

cinco últimos eventos de "EL NIÑO" en el área de Tumaco, los rangos de variación en los parámetros estudiados en las diferentes fases (pre, evento y post), deducidos del análisis estadístico de la información histórica de los últimos 40 años.

ANALISIS

DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL SUR DEL PACÍFICO COLOMBIANO PARA EL AÑO 1993.

Aspectos oceanográficos

Partecostera

Para el mes de enero, los registros diarios se mantuvieron con anomalías positivas dentro de la desviación estándar, con TSM de 26,2°C en las estaciones costeras y 27,2°C en la estación fija, situación que se asume como el post-Niño del evento 1991/1992.

Hacia finales del mes de febrero, se presentó un enfriamiento obteniéndose el

Características oceanográficas y meteorológicas en el sur del pacifico colombiano en el período enero-diciembre/93 y su relación con el fenómeno "EL NIÑO 1991/1992" "

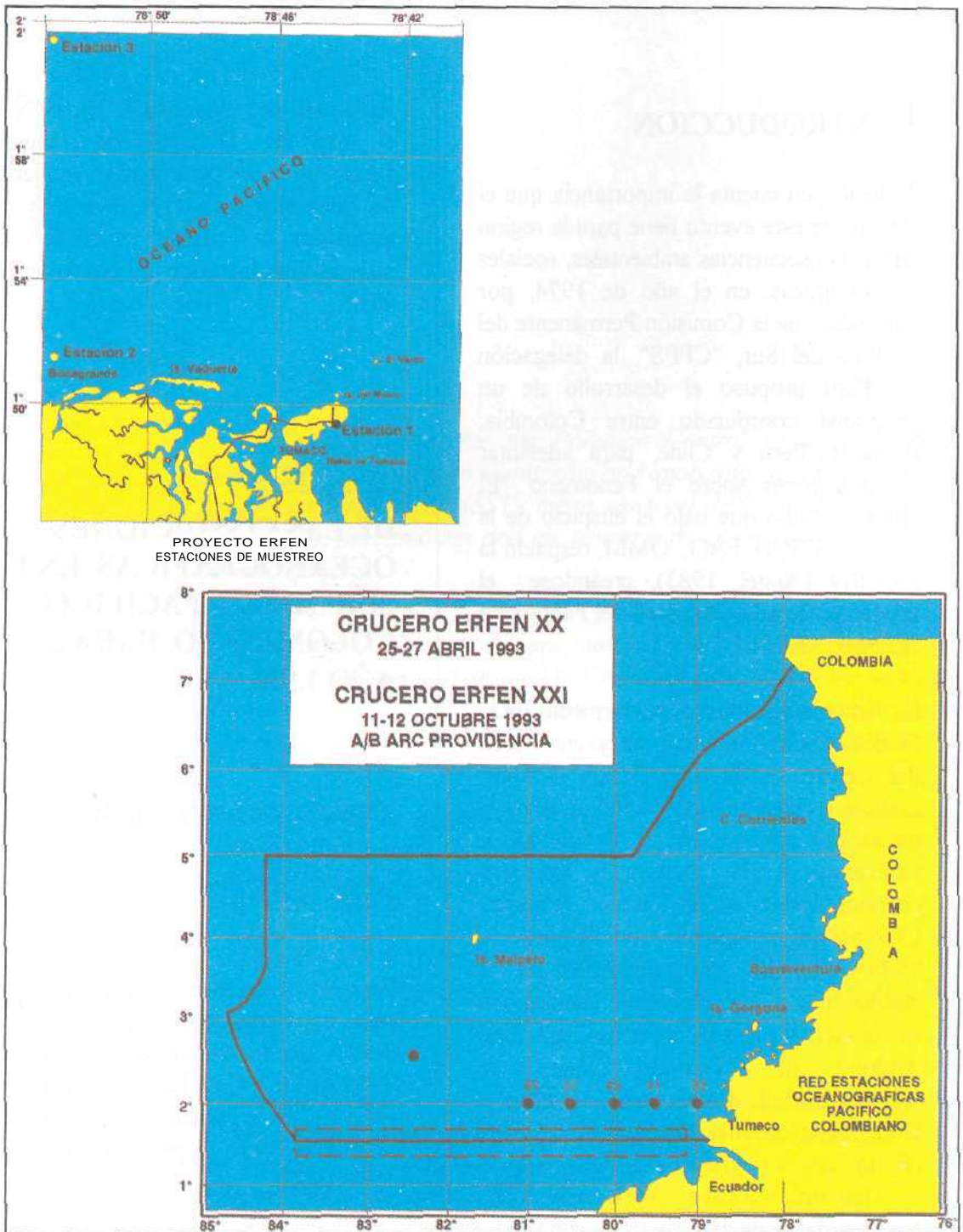


Figura 1
Estaciones costeras y oceanicas

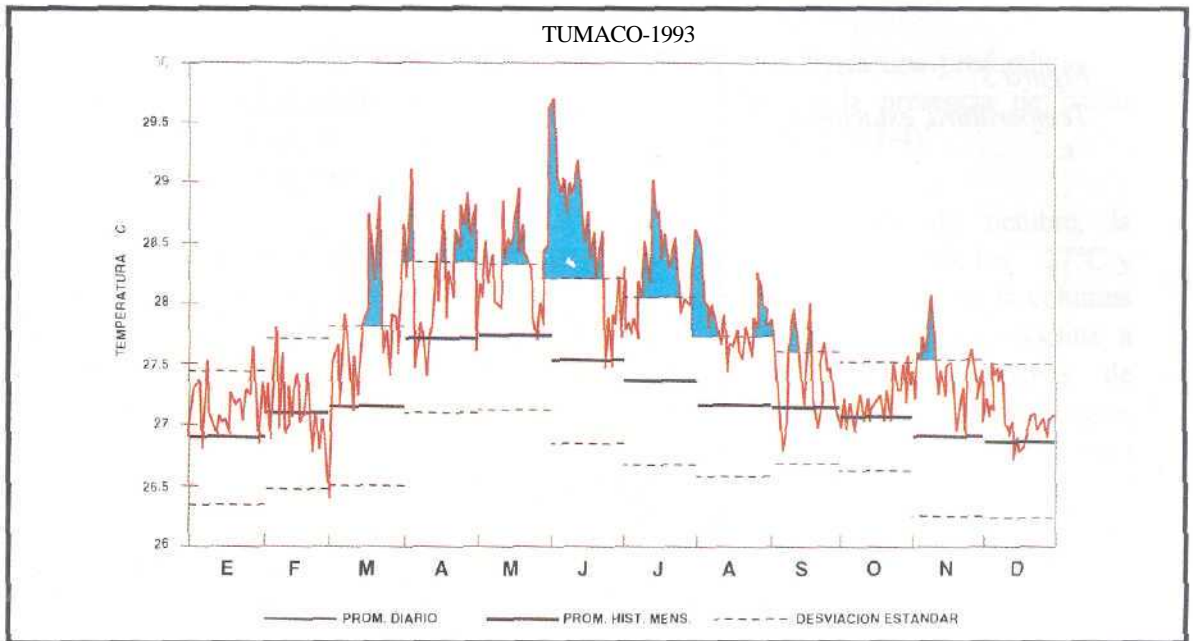


Figura 2

Temperatura superficial del mar

el registro de TSM más bajo de todo el año en la estación nro. 1 con 26.3°C; disminuyendo en el transcurso del mes en 1,4°C; en la estación nro 2 registró valores de 25,5°C y en la estación nro 3 con 26°C. Este descenso en la temperatura es producido por aguas frías del sur (Andrade y Arboleda, 1986; Ñanez, 1993), que llegaron al area en los primeros 10 días de febrero ocasionando un aumento en el nivel del mar.

La TSM se incrementó en forma standard a mediados de marzo y aumentó hasta junio donde se detectó la más alta del año en 29,6°C en la estación Nro 1 y 29,9°C

en las estaciones Nros. 2 y 3; las anomalías alcanzaron a llegar a 2,1°C y fueron las máximas que se obtuvieron en todo el año (fig 2-3-4). Este aumento, estuvo acompañado de anomalías significativas de NMM de 45 cm el 7 de mayo y 21 cm el 7 de junio; teniendo en cuenta que tanto la TSM como el NMM mostraron alteraciones para esta época, se considera que fueron el producto de ondas Kelvin, con aguas calidas del Pacifico central.

Entre junio y septiembre, las anomalías de TSM en todas las estaciones disminuyó

Figura 3
Temperatura, estación 2

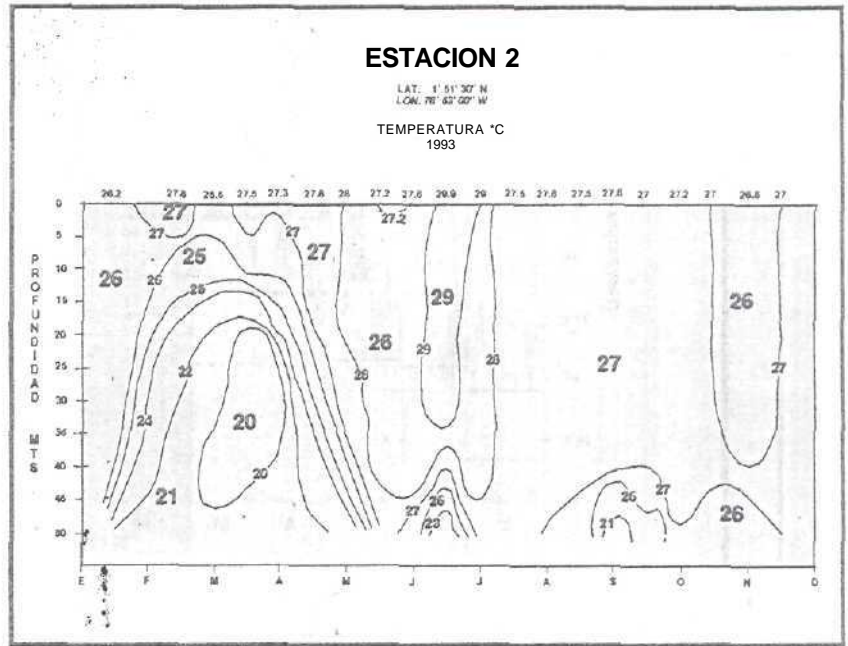
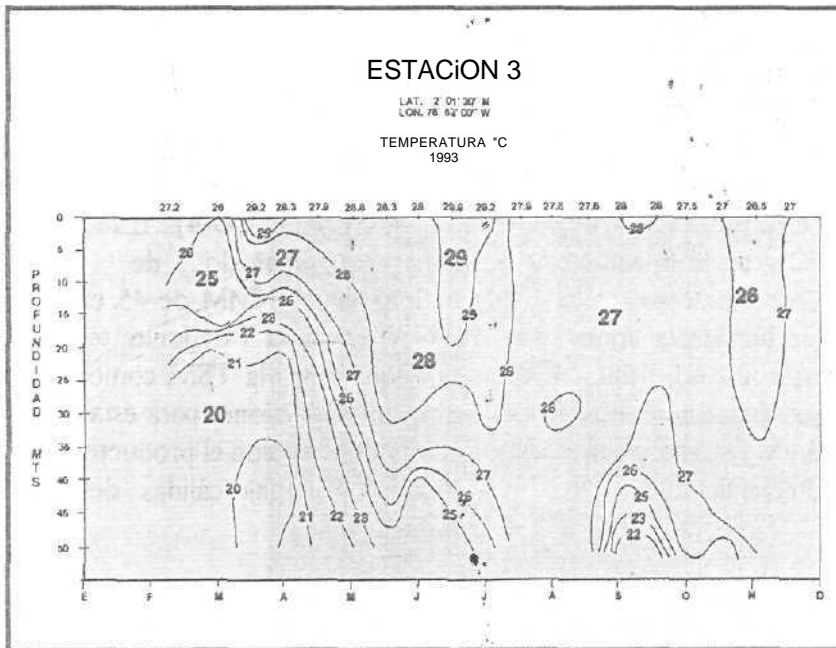


Figura 4
Temperatura, estación 3



gradualmente hasta octubre, donde los registros indicaron un comportamiento dentro de los promedios de los patrones armónicos y el NMM tuvo unos incrementos que superaron la desviación standard; el comportamiento no común del NMM y descenso de la T°C se debió a la influencia de aguas frías provenientes del sur.

En el mes de noviembre, se tuvo un ligero incremento no significativo en la TSM perceptible en la estación nro 1, tendiendo a la normalización en todas las estaciones hacia el mes de diciembre.

La temperatura subsuperficial en las dos estaciones costeras mostraron un enfriamiento para el mes de febrero, donde la isoterma de los 25°C se encontró a 5 m de profundidad en la estación nro 2 y a 10 m en la estación nro 3, no siendo normal para la época y se mantiene hasta el mes de marzo donde se aprecian temperaturas de 20°C a 20 m de profundidad.(fig 3-4).

Estas temperaturas bajas a nivel subsuperficial coinciden con los bajos valores de TSM en la estación fija nro 1, debido al ingreso de aguas frías provenientes del sur propias de la época, Nañez, 1993; Andrade y Arboleda, 1986)

En marzo, se inició un calentamiento con temperaturas de 28°C que se intensifican en junio con valores superiores a los 29°C en la estación nro 3 hasta 15 m de profundidad y en la estación nro 2 que es

la más costera hasta una profundidad de 35 m, debido a la presencia de ondas Kelvin en el área (fig 3-4).

De julio a principios de octubre, la temperatura disminuye hasta los 27°C y se mantiene con este valor en la columna de agua, profundizándose la termoclina; a finales de octubre y principios de noviembre, en la misma columna de agua, se registraron temperaturas de 26°C hasta los 35 m de profundidad en la estación nro 3 y 40 m en la estación nro 2, hecho asociado con el origen del enfriamiento producido en febrero.

Las aguas subsuperficial detectadas en los meses de septiembre y octubre en la estación nro 3, a una profundidad superior a 30 m, son las que producen el enfriamiento en el mes de noviembre (fig.3-4).

Los valores más altos de salinidad se presentaron entre febrero y marzo a una profundidad de 45 m en la estación nro 2 y 40 m en la estación nro 3, con valores de 34.5 ppm (fig. 5-6).

En general, durante todo el año, especialmente el primer semestre, la estación nro 3, mostró salinidades de 34 ppm a partir de los 15 m de profundidad; este tipo de agua es más oceánica que costera. A partir de abril, la salinidad disminuyó a 30 ppm en la columna de agua, presentándose un aporte significativo de aguas continentales.

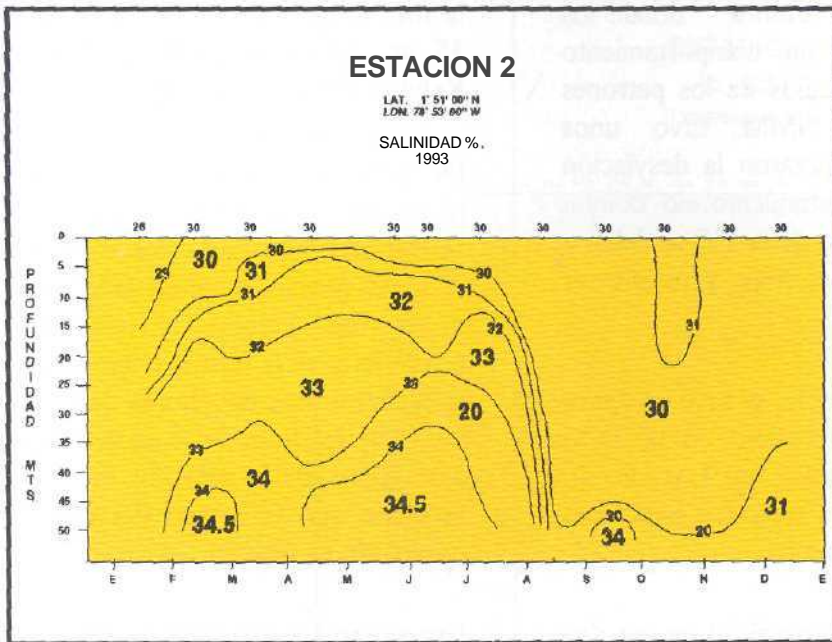
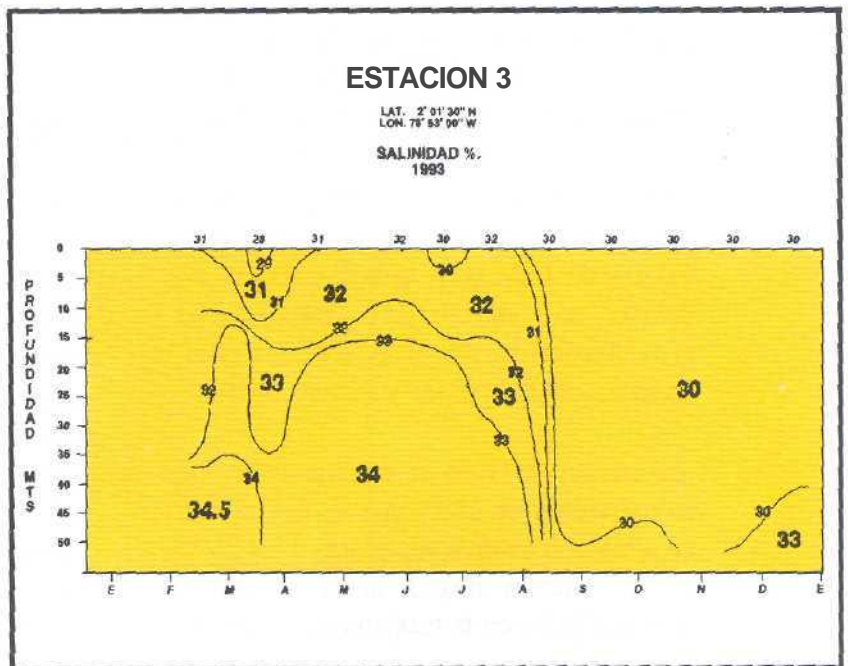


Figura 5
Salinidad, estación 2

Figura 6
Salinidad, estación 3



A M

SPECTOS METEOROLOGICOS

Temperatura del aire

Presenta un patrón muy similar a la TSM; en el mes de febrero estuvo por debajo de los promedios históricos, aumentando su registro a partir de marzo. Este aumento en la temperatura ambiente, es debido a la radiación solar y a la presencia de aguas cálidas en el área. Sus mayores anomalías se obtienen en los meses de junio y agosto con temperaturas de $21,7^{\circ}\text{C}$ y $27,8^{\circ}\text{C}$ (fig 7), la cual tiende a normalizarse dentro de sus promedios hasta el mes de diciembre (Fig7-8).

Precipitación

En el área de Tumaco, la precipitación tiene un comportamiento tipo bimodal; el primer semestre es invierno y el segundo, verano (Suzunaga, 1993).

El patrón anteriormente descrito, se vio alterado por incrementos de la precipitación en 206 mm para abril y 82 mm para julio (fig 9). Esta situación anómala se debe a la "ZCIT", teniendo en

cuenta que fue reportado por la CPPS (1993), una intensificación significativa sobre el extremo norte del Ecuador para el mes de marzo y un desplazamiento lento para mediados de año.

Viento

Su comportamiento se ajustó a los patrones para el área, a excepción del mes de agosto cuando se registraron incrementos no muy significativos.(fig 10)

Anomalías de presión atmosférica

Las presiones atmosféricas de Tahiti y Darwin son expresadas como exceso sobre 1000 hpa. Cuando se presenta un fenómeno El Niño, las anomalías en Tahiti se toman negativas y en Darwin positivas y cuando las anomalías, alcanzan sus valores máximo y mínimo, según la intensidad del evento, tienden a 0, y , finaliza el evento cálido; este es el caso presentado en los años 1977-78, 82-83 y 91-92. Cuando se presenta "El Antinino", las anomalías en Darwin se tornan negativas y en Tahiti positivas y cuando las anomalías alcanzan sus valores máximo y mínimo, según la intensidad del evento, tienden a 0, y, finaliza el Antinino o evento frío, presentado en los eventos de los años 1975 hasta mediados de 1976 y 1988 hasta mediados de 1989 (fig 11).

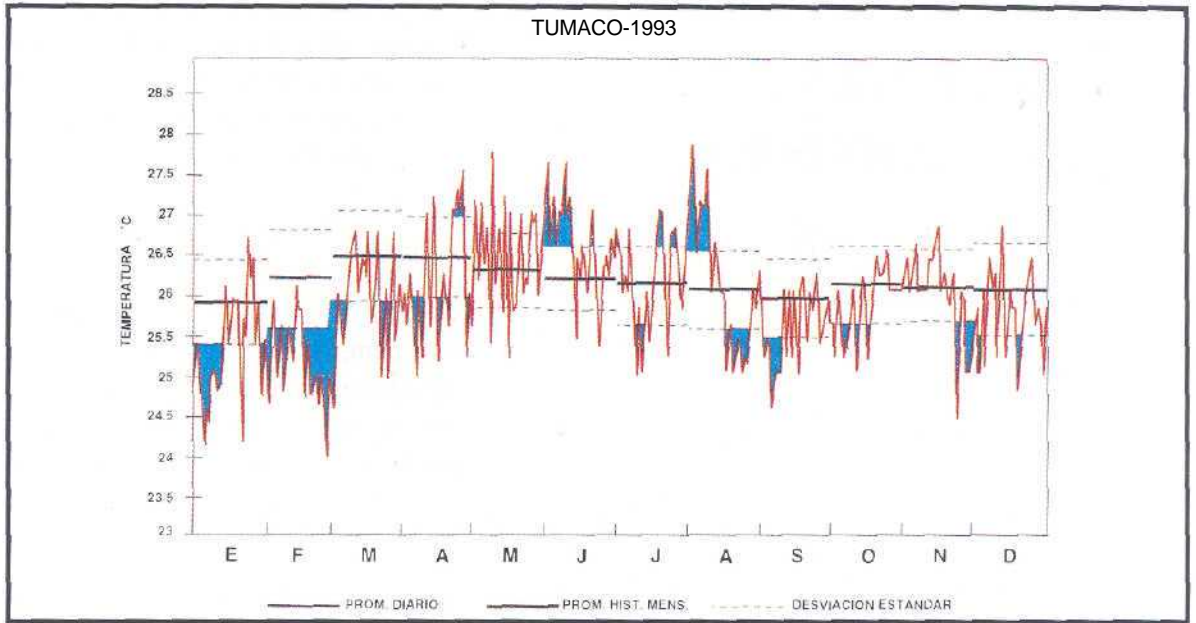


Fig 7
Temperatura ambiente

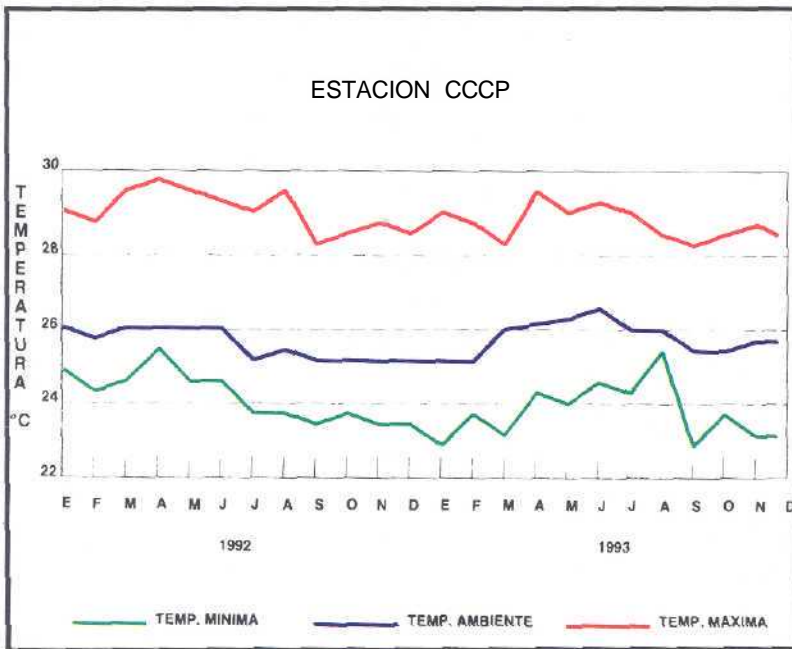


Figura 8
Temperatura del aire

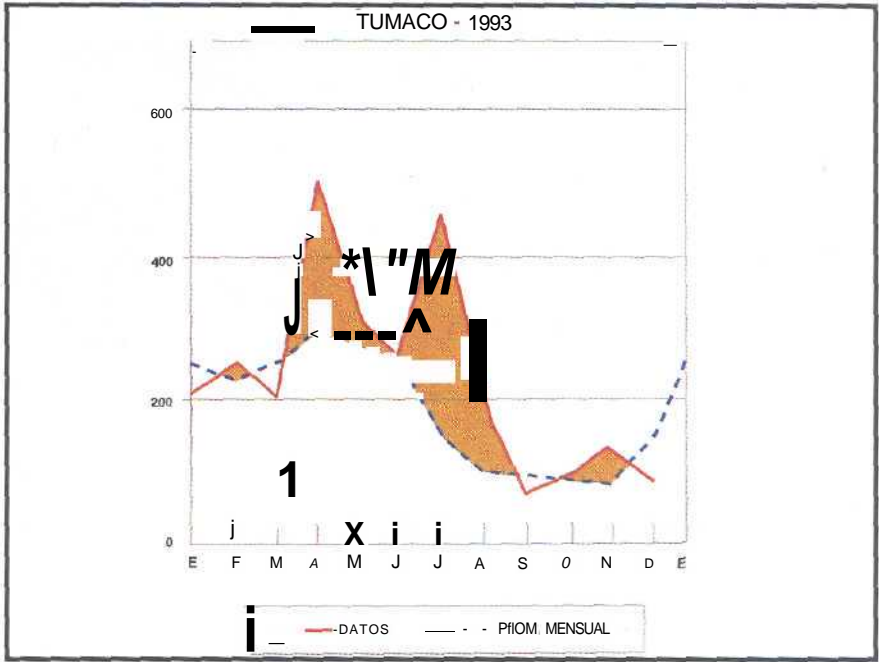


Figura 9
 Precipitación

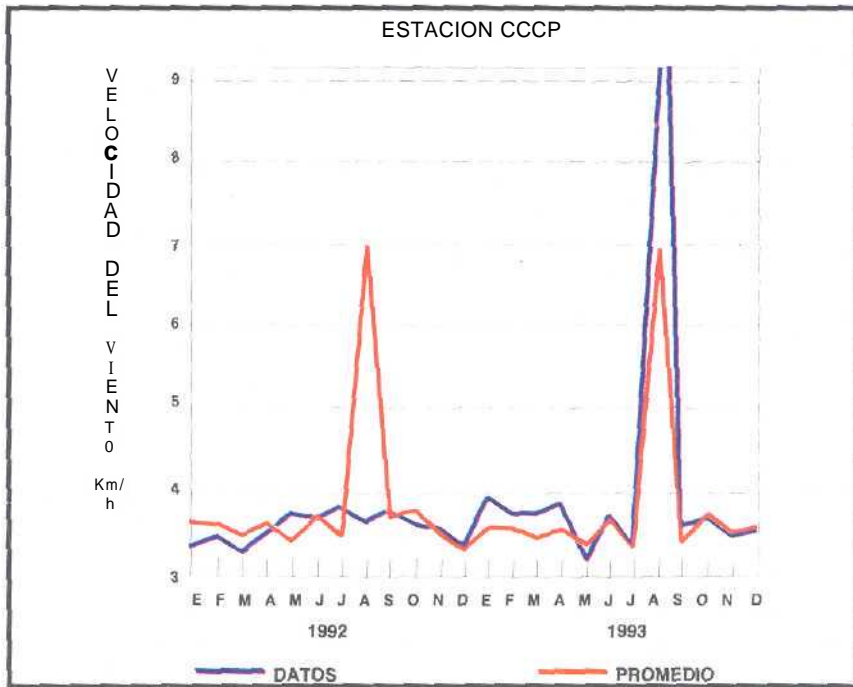


Figura 10
 Velocidad del viento

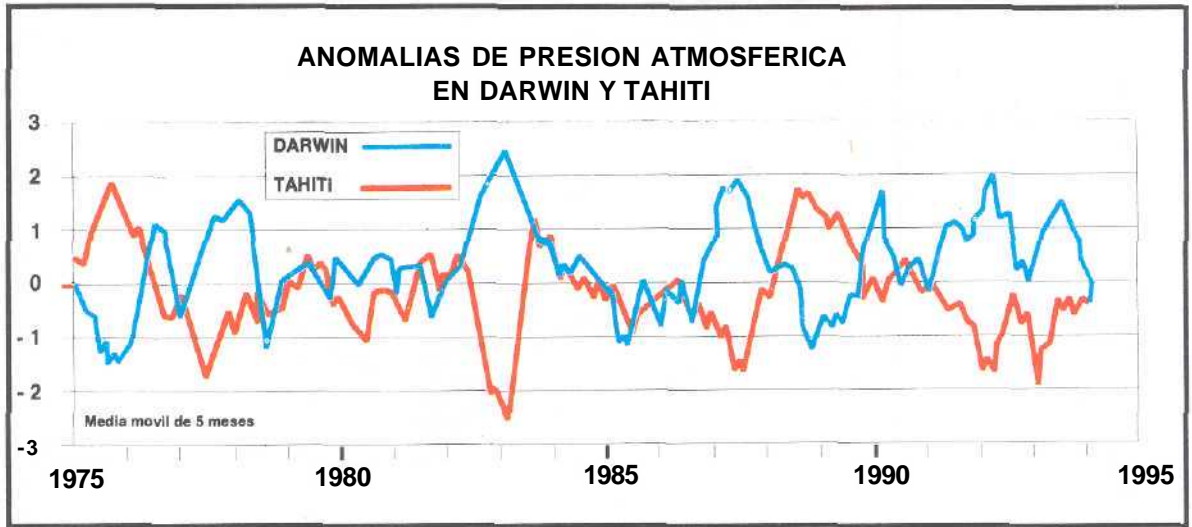


Figura 11

Anomalías de presión atmosférica

En 1993, las anomalías de presión mostraron un comportamiento no típico de un evento cálido, por los cambios bien definidos en Darwin que presentó un incremento en su anomalía, obteniendo su máximo valor en el mes de agosto y decreciendo con tendencia a la normalización para 1994, mientras que en Tahiti, se produjeron variaciones no muy bien definidas sobre unos valores muy próximos.

Índice de oscilación del sur

El "IOS", presenta un comportamiento muy particular en la presencia de un evento ya sea " El Niño y/o Antiniño". La

presencia del fenómeno, puede estar representada en las gráficas por valores negativos, los cuales generalmente son inferiores a 2.0; las representaciones inferiores más lejanas a este valor, nos muestran un evento más intenso y es el caso presentado en el año 1977-78, que se podría considerar suave, y, bajo este análisis, aumenta en su intensidad en los eventos observados en los años 1987 y 1991-92.

El más fuerte representado en la gráfica, es el correspondiente al año 1982-83, en el cual el "IOS", llega a tener un valor inferior a -3.0; cuando los valores del "IOS" se encuentran en el rango de 0.0 a

-0.9 los consideramos como variaciones no definidas como evento. Las fluctuaciones del "IOS", en el rango -1,0 a -2,0, aiteraciones asociadas a un fenómeno El NIÑO las anomalías máximas menores o iguales a -2.1 son las típicas que pueden definir a un evento en si. En el año 1993, el "IOS", presento su minimo valor -1.8; en el mes de abril, las anomalías presentadas en los parametros de estudio no fueron típicas de un nuevo evento.
(fig 12).

Zona oceánica

En abril de 1993, el perfil oceánico mostro la TSM con valores de 27°C a 27,5°C, ligeramente fria para la época (fig 13). Este enfriamiento oceánico, estuvo acompañado de anormalidades en la capa subsuperficial con salinidad 36 ppm a 180 m (fig 15) y menos profunda para octubre a 75 m (fig. 16), esto se considera anormal porque segun Ñañez (1993), una de las características del Pacifico Colombiano, son los bajos valores de salinidad con el minimo salino a 75 ms:

Las temperaturas de 15°C a 13°C en abril, localizadas entre 150 y 250 m, ascendieron en el mes de octubre entre 90 y 240 m (fig. 14-17). Este enfriamiento superficial y subsuperficial es evidencia de la corriente de Cromwell, la cual preserita núcleos de alias salinidades aportando

aguas más frias al área; esto hace que las anomalías de la TSM en la estación costera para el mes de octubre disminuyan y el nivel del mar aumente ; este aspecto no es normal para el área teniendo en cuenta las altas salinidades .

Condiciones predominantes en el año 1993

En los primeros días de enero, los registros obtenidos de la TSM, NMM y precipitación, fueron muy cercanos a los patrones promedios pero con pequeñas anomalías positivas. Esta situación se considera como el post-Niño del evento 1991- 1992. Para la última quincena de enero y la primera de febrero, se presentaron anomalías positivas de TSM y NMM de 0.7°C y 24 cm respectivamente (fig 2-17); estas fueron de magnitudes menores a las típicas de un evento calido, no persistiendo en el tiempo.

En el periodo comprendido entre finales de febrero y mediados de marzo, hay un descenso en los parámetros por debajo de los niveles normales, presentándose valores minimos en el último dia de febrero. Esta variation fue el preambulo de una alteration de todos los parametros estudiados, por encima de los niveles normales establecidos. Desde finales de marzo y hasta agosto, se incrementa la TSM por encima de los

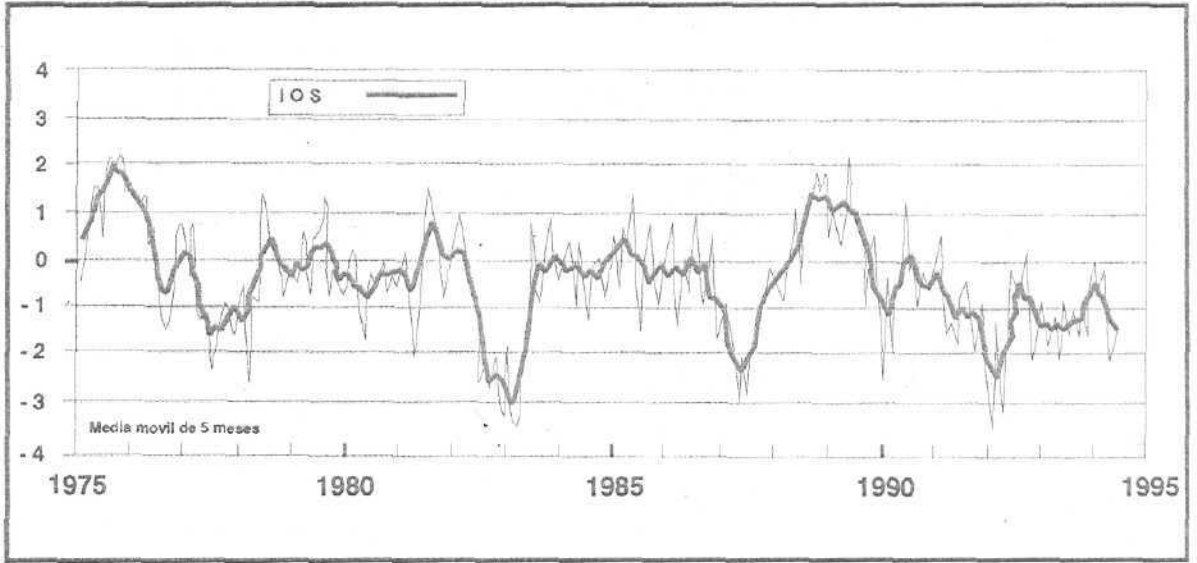


Figura 12
Indice de oscilación del sur

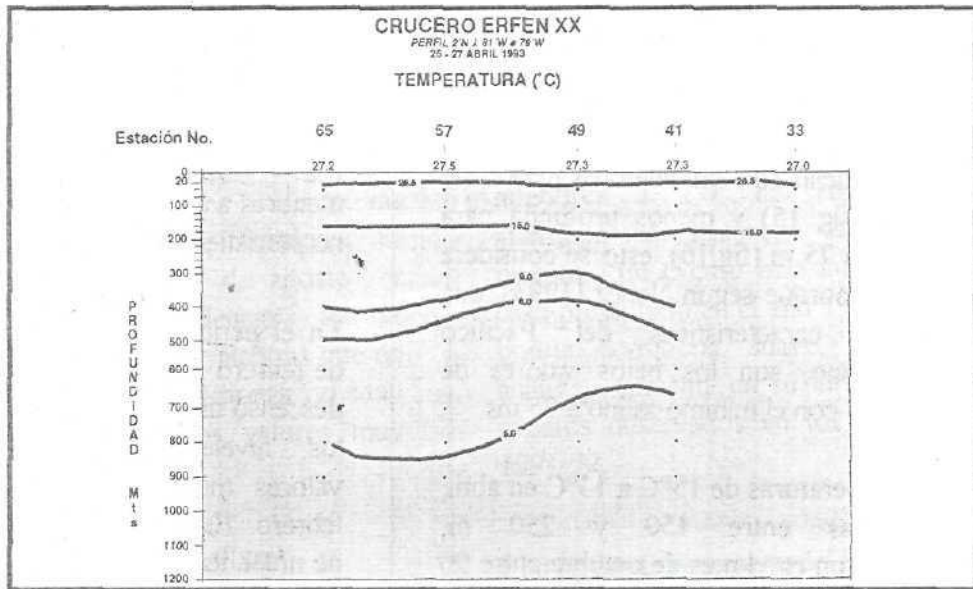


Figura 13
Perfil de temperature
CRUCERO ERFEN XX

Figura 14
 Perfil de salinidad
 CRUCERO ERFENXX

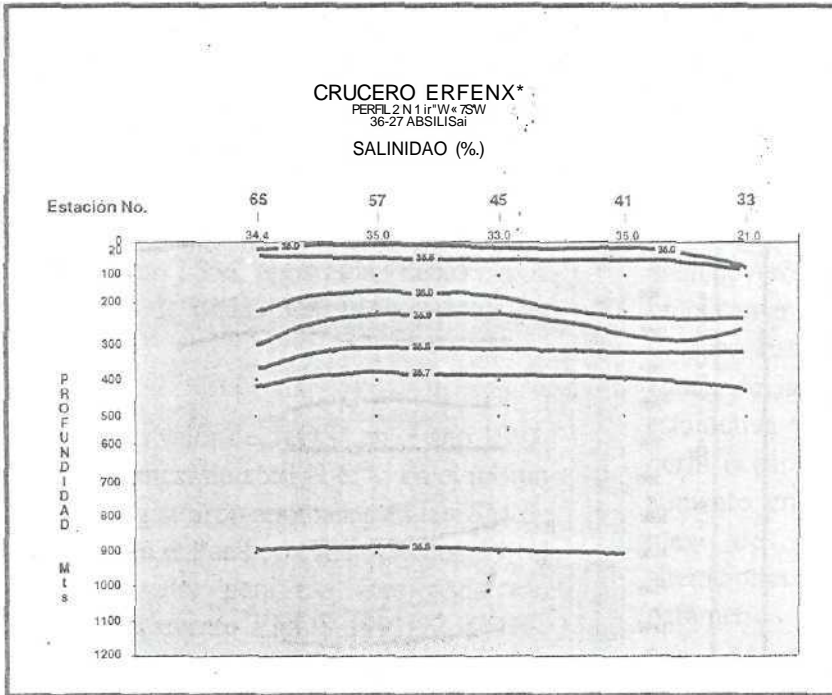


Figura 15
 Perfil de salinidad
 CRUCERO ERFENXXI

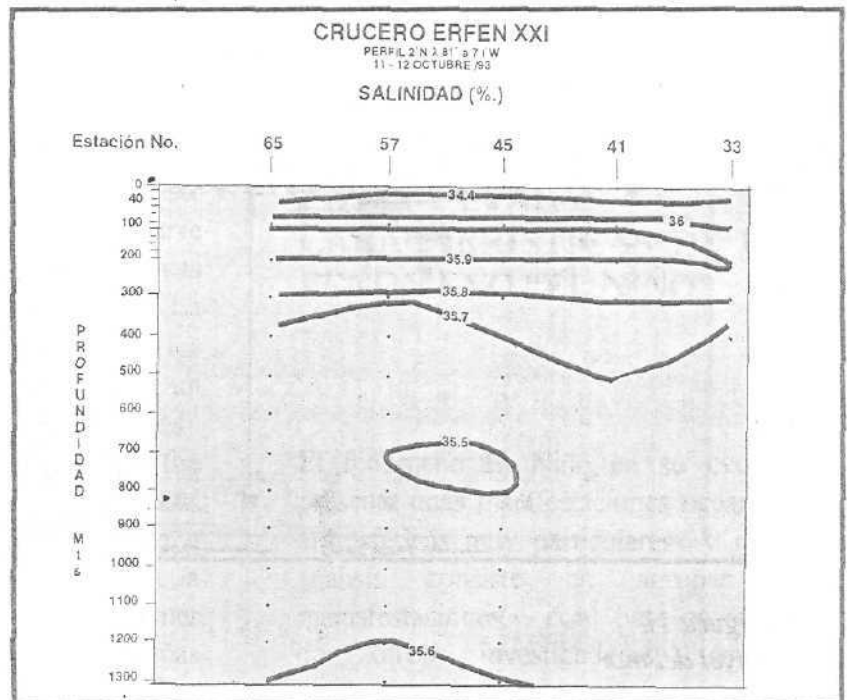


Figura 16
 Perfil de temperatura
 CRUCERO ERFEN XXI

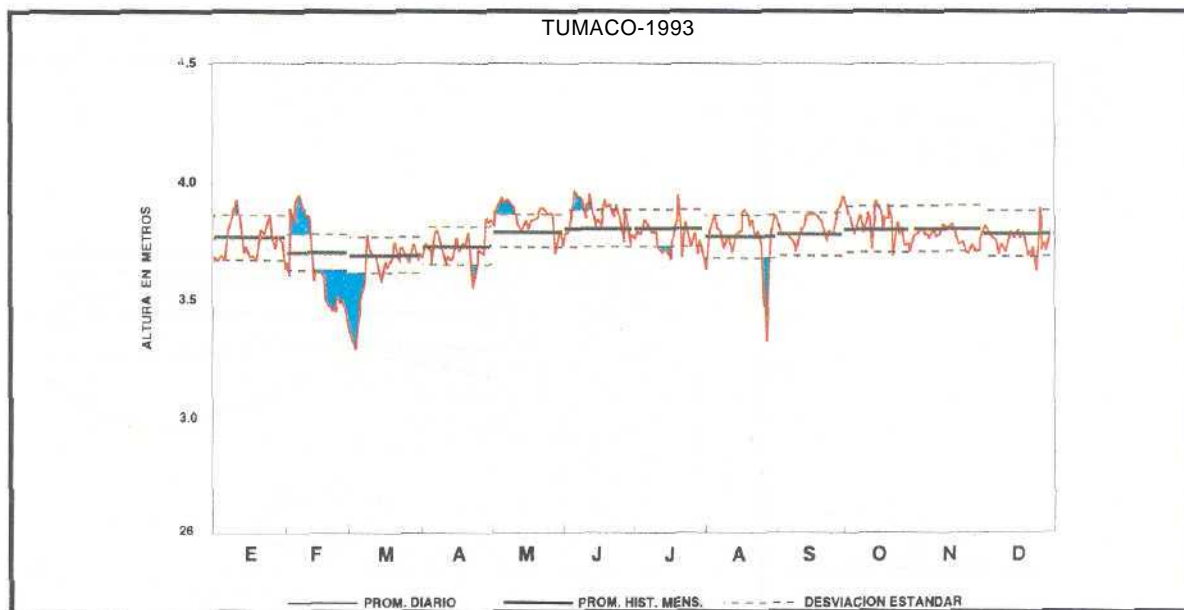
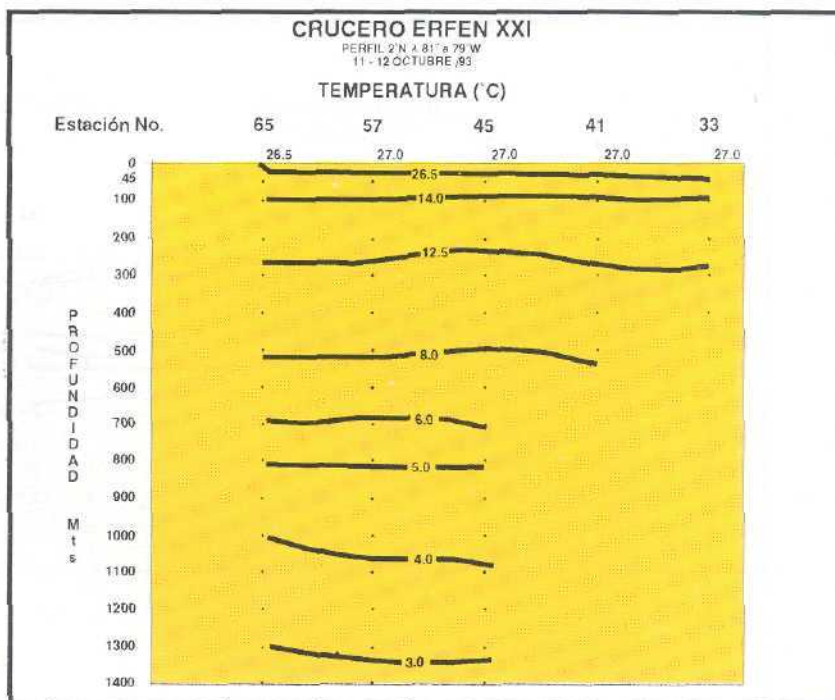


Figura 17
 Nivel del mar

promedio históricos, con pequeños intervalos de normalidad, registrándose la máxima TSM en el mes de junio con 29,6°C y anomalías de 2,1°C, la cual no se mantuvo en el tiempo.(fig 2). El NMM registró aumentos para el mes de mayo y mes de junio, ocurrencia que coincide con la máxima TSM registrada, debido a la presencia de ondas Kelvin en el área (fig 2-17).

El mínimo valor del "IOS" en el año 1993, fue en el mes de abril -1,8, y, en el mismo mes se registraron anomalías en la TSM de +17°C, en el Pacífico ecuatorial central; el máximo valor para esa área registrado durante el evento ENOS 1991/92 (CPPS, 1993).

En lo que respecta a indicadores biológicos, hubo predominio de diatomeas frente a los dinoflagelados, durante todo el periodo. Una ligera excepción pudo ser el mes de mayo, cuando se encontraron en la estación nro 2, varias especies del género *Ceratium*, las cuales se caracterizan por ser representantes de aguas cálidas y localizarse en zonas oceánicas y/o áreas internas como el *Ceratium porrectum*. La presencia de *Coscinodiscus* durante los meses de mayo y junio, podría ser un indicativo de aguas ricas en nutrientes pero su concentración no fue suficientemente alta para corroborarlo. Las condiciones anómalas mostraron que a partir de julio hubo una tendencia a la normalización, sin embargo, hacia el mes de noviembre, se presentaron pequeñas

variaciones en estos parámetros. La precipitación mostró incrementos considerables sobre los promedios históricos mensuales, de 206 mm para abril y 82 mm para julio, posiblemente originados por un desplazamiento inusual de "ZCIT". Durante el mes de septiembre disminuyeron las anomalías de TSM; y prácticamente desaparecieron en el mes de octubre. Este enfriamiento lo producen las aguas de la corriente de Cromwell, que esta activa en la región y se detectó en el perfil oceánico; igualmente se detectó un aumento en las anomalías del NM. En el mes de noviembre, se registraron alteraciones en la TSM, los demás parámetros continuaron estables hasta el mes de diciembre. Las alteraciones presentadas a mediados del año no llegaron a considerarse exactamente como un evento, al no ser persistentes en el tiempo y espacio .

FASES Y ETAPAS CARACTERISTICAS DE UN FENOMENO "EL NIÑO"

El fenómeno El Niño en su evolución presenta unas manifestaciones oceánicas y atmosféricas muy particulares y nuestro análisis consiste en agrupar esas manifestaciones; con base en estudios de otros investigadores, se han

determinado unas fases y etapas, para tener una primera aproximación global de unos posibles indicadores en rangos, fin de detectar en lo posible, la gestación de un nuevo evento, sin tener en cuenta su intensidad, para un análisis posterior a nivel local o regional consecuehte de lo global. (Tabla.1).

Las fases características de un evento calido son PRENIÑO, NIÑO Y POST NIÑO.

Fase preniño

Es la fase inicial del fenómeno generandose las primeras manifestaciones en el Pacifico ecuatorial y termina con las primeras anomalias significativas.

Las mayores alteraciones ocurren en el Pacifico occidental. *Esta fase comprende tres etapas: gestación, desarrollo y transición.*

Gestación

Comprende todas aquellas manifestaciones océano-atmosféricas, que afectan basicamente el Pacifico ecuatorial occidental

Desarrollo

Las alteraciones del sistema inciden directamente en el Pacifico ecuatorial occidental y oriental.

Transición

Es el enlace entre las primeras manifestaciones y el desarrollo del evento. El Pacifico sur es el más afectado por los cambios que se producen en los parámetros.

Fase Niño

Es la madurez o desarrollo del evento con consecuencias directas sobre la región e incidencia sobre el continents Los eventos casi siempre presentan similitud en su evolución pero diferencias en su intensidad.

Esta fase comprende dos etapas: *Niño moderado Y Niño intenso*, en algunas ocasiones no se cumple la segunda etapa, esto depende de la fuerza con que se desarrolle los procesos convectivos.

Niño moderado

Las anomalias en los parámetros son de poca magnitud aunque significativas, sus

EVENTO	FASE	ETAPA	MANIFESTACION	
FENOMENON EN EL NINO	PRENUNO	GESTACION	<ul style="list-style-type: none"> -FORZAMIENTO DEL AGUA SUPERFICIAL DEL PACIFICO POR VIENTOS ALISIOS DEL SUDOESTE. -CONVERGENCIA DE LOS VIENTOS ALISIOS EN ZONAS DE BAJA PRESION EN INDONESIA -INTENSIFICACION DEL LOS VIENTOS ALISIOS DEL ESTE. -INTENSIFICACION DE LA CORRIENTE ECUATORIAL. -ACUMULACION DE AGUA CALIDA EN LA ZONA ECUATORIAL DEL PACIFICO OCCIDENTAL. -AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR EN EL PACIFICO OCCIDENTAL (30cm.) Y DEL EFECTO INVERSO EN EL PACIFICO ORIENTAL (25cm) -PROFUNDIDAD DE LA TERMOCLINA EN EL PACIFICO OCCIDENTAL (220 mls) -TERMOCLINA MAS SUPERFICIAL EN EL PACIFICO ORIENTAL. 	
		DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> -SE ACENTUAN LAS SURGENCIAS EN EL PACIFICO ECUATORIAL Y LAS COSTAS PERUANAS -EL IOS TOMA LOS VALORES MAS ALTOS POSITIVOS -PACIFICO ECUATORIAL CENTRAL CON TIEMPO SECO Y FRIO -ENFRIAMIENTO INTENSO DE LAS AGUAS DEL PACIFICO ECUATORIAL ORIENTAL. -LAS ANOMALIAS DE PRESION ATMOSFERICA EN TAHITI SE DEFINEN NEGATIVAS CONTRARIAS A LAS DE DARWIN -LOS VIENTOS ALISIOS SE DEBILITAN O INVIERTEN -LA ZONA DE CONVECCION DE LOS ALISIOS Y LLUVIAS MAS INTENSAS SE CORRE AL ESTE. -DISMINUCION DE LA CORRIENTE SUBSUPERFICIAL ECUATORIAL. -LA ZCIT SE BLOQUEA -LOS VIENTOS DEL OESTE GENERAN CORRIENTES SUPERFICIALES QUE SE DESPLAZAN AL ESTE (OLAS DE KELVIN) -DECLINAN LAS PRECIPITACIONES EN EL PACIFICO OCCIDENTAL. 	
		TRANSICION	<ul style="list-style-type: none"> -INCREMENTO DE LA PRECIPITACION EN LA REGION CENTRAL Y ORIENTAL DEL PACIFICO ECUATORIAL -LAS OLAS KELVIN ALCANZAN LAS COSTAS DE AMERICA DEL SUR -INCREMENTO DE LA PRECIPITACION EN AREAS SECAS Y DISMINUCION EN AREAS HUMEDAS 	
	MADUREZ	NINO	MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> -ACUMULACION DE AGUA SUPERFICIAL CALIDA A LO LARGO DE LA COSTA SURAMERICANA -DEPRESION DE LA TERMOCLINA EN EL PACIFICO ORIENTAL -EL IOS CONTINUA HACIENDOSE MAS NEGATIVO -AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR EN LAS COSTAS DE PAISES SUR ORIENTALES -SE DEBILITAN LOS AFLORAMIENTOS, LOS CUALES APORTAN AGUAS CALIDAS A LA SUPERFICIE -AMPLIACION DEL DISTURBIO DE LA TERMOCLINA HACIA EL POLO
		INTENSO	<ul style="list-style-type: none"> -CONTINUAN LAS LLEGADAS DE LAS OLAS KELVIN A LAS COSTAS SURAMERICANAS -INTENSIFICACION DE LAS OLAS KELVIN -AUMENTAN LAS ANOMALIAS DE TSM EN EL PACIFICO ORIENTAL -SE OBTIENE EL SEGUNDO MAXIMO VALOR EN EL NIVEL DEL MAR -SE DEPRIME MAS LA TERMOCLINA -EL IOS TOMA EL MINIMO VALOR NEGATIVO. 	
		DECADENCIA	<ul style="list-style-type: none"> -SE DEBILITA LA GENERACION DE ONDAS KELVIN HASTA DESAPARECER -DESCIENDE A LOS VALORES PROMEDIOS EL NIVEL DEL MAR -SE DESBLOQUEA LA ZCIT -SE NORMALIZAN LOS VIENTOS ALISIOS -AUMENTA EL NIVEL DEL MAR EN EL PACIFICO OCCIDENTAL. -SE NORMALIZAN LAS SURGENCIAS ECUATORIALES -LAS CORRIENTES ECUATORIALES EXTIENDEN LAS AGUAS CALIDAS EN EL PACIFICO 	
	FINALIZACION	DESVANECIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> -SE OBTIENEN ANOMALIAS NEGATIVAS DE TSM EN EL PACIFICO SURAMERICANO -EL IOS TOMA VALORES POSITIVOS -ESCASO REGIMEN DE LLUVIAS, INTENSO VERANO EN EL PRIMER TRIMESTRE PARA EL PACIFICO ECUATORIAL ORIENTAL -LAS LLUVIAS EN LA REGION ANDINA, EL AÑO POSTERIOR AL EVENTO SE INCREMENTA SUPERANDO LOS PROMEDIOS -SE EXTINGUE EL FENOMENO. 	

Tabla 1

efectos son principalmente sobre el Pacífico oriental.

Niño intenso

Las alteraciones persisten por más tiempo, se superan los promedios multianuales con valores en algunos casos nunca obtenidos, su acción se centra en el Pacífico oriental.

Fase post Niño

Decadencia del evento hasta la normalización de los parámetros analizados como indicadores. Comprende las etapas de *decadencia* y *desvanecimiento*.

Decadencia

La variación de los parámetros océano-atmosféricos con tendencia a la normalización, donde desaparecen algunas anomalías, sin embargo no todos los indicadores muestran condición normal.

Desvanecimiento

Donde se normaliza el componente océano-atmosférico.

RELACION DEL FENOMENO "EL NIÑO" 1991-92 CON LAS ALTERACIONES OCEANOGRAFICAS Y METEOROLOGICAS DEL AÑO 1993 EN EL AREA DE TUMACO

Estaciones costeras

A finales de 1990 y principios de 1991, se presentaron las primeras manifestaciones del evento 1991-92, detectadas por el CCCP en el pre-Niño al tener enfriamiento superficial y subsuperficial seguido de un calentamiento paulatino, hasta llegar a la madurez del evento.

En el año de 1991, se presentó un comportamiento normal, la TSM y temperatura subsuperficial, hasta el mes de agosto, se observó un enfriamiento que alcanzó anomalías negativas de 1.3°C y se extendió hasta una profundidad de 35 m (fig 18).

Este enfriamiento es una de las manifestaciones del fenómeno El Niño en

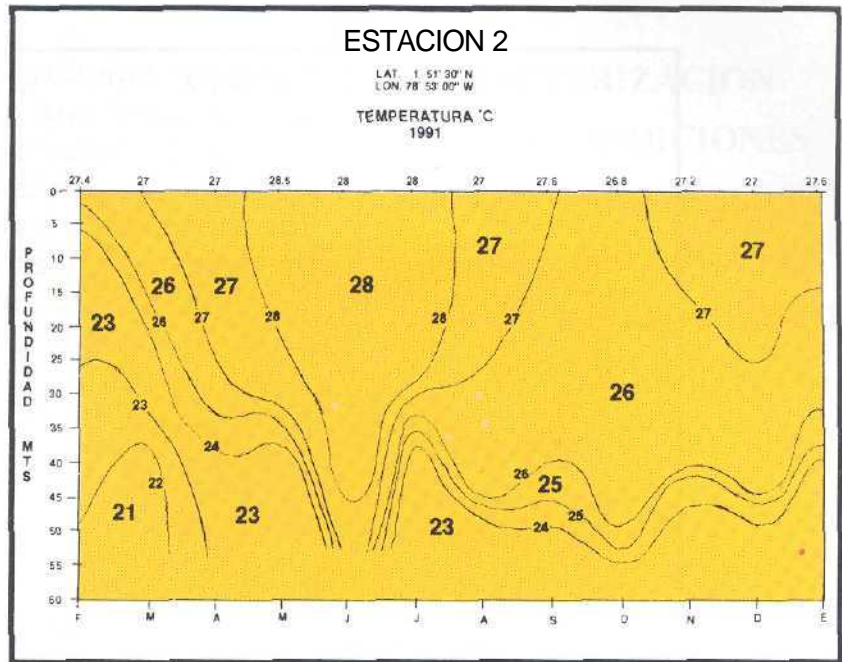


Figura 18

Temperatura, estación 2, 1991

su fase pre-Niño, ya reportada por Andrade y Arboleda (1986). A mediados de octubre se registraron aguas más cálidas que los promedios para la época, siendo las primeras manifestaciones de la segunda fase del evento en el área. Después de ese enfriamiento, se presentaron anomalías positivas superficiales hasta los 25m. (fig.,18).

En los tres primeros meses de 1992, continuó el aumento de la TSM en la columna de agua, obteniéndose anomalías de 2°C hasta una profundidad de 45 m (fig. 19). En el mes de mayo, los valores tienden a normalizarse, hasta el mes de

octubre cuando se observó en los primeros 15 m en la columna de agua, anomalías positivas, las cuales persistieron hasta fin de año.

En 1993, los tres primeros meses reportaron situación normal, apareciendo las anomalías positivas de TSM en la columna de agua para el mes de abril, presentándose los máximos valores en el mes de junio con 29.9°C en las dos estaciones costeras y la isoterma de 29°C que se profundizó hasta 35 m en la estación nro 2 y, 20 m en la estación nro 3. Este calentamiento fue producto de

incrementos no significativos por debajo de los promedios, hasta mediados de la segunda fase "Niño", donde se incrementaron las precipitaciones tres veces por encima de lo normal. Generalmente este comportamiento durante el evento o segunda fase, es repetitivo para el post-Niño pero con menor intensidad (fig 9-20). Los promedios mensuales de la TSM, se mantuvieron prácticamente desde diciembre de 1990/93, por encima de los patrones promedios, característica de un evento cálido (fig 9-20).

El NM presentó su mayor incremento en la segunda fase del evento, mayo de 1991 hasta abril de 1992 y, en junio de 1993. Durante el "post-Niño", mostró anomalías inferiores al máximo registrado en la fase de madurez del evento (fig 21).

La temperatura del aire registró su máximo valor en abril de 1992 y el mínimo en enero 1993, coincidiendo con la madurez del evento, lapso donde todos los parámetros tendieron a la normalización. El IOS registró durante los tres años valores negativos en un 90%; esto indica que el evento permaneció desde 1990 a 1993. (fig 13). De acuerdo con los análisis elaborados para cada uno de los parámetros para el área de estudio, el evento "El Niño", 1991-1992, presentó sus primeras manifestaciones en diciembre de 1990 y terminó en diciembre de 1993, de tal manera que las alteraciones producidas en el año 1993 corresponden al post- Niño del evento 91/92.

CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES OCEANOGRAFICAS Y METEOROLOGICAS EN ALGUNOS PARAMETROS PARA EL AREA DE TUMACO

Las manifestaciones características de un fenómeno El Niño, son el aumento de: la temperatura superficial del mar, nivel del mar, precipitación y temperatura ambiente; los promedios históricos anuales nos muestran altos valores de TSM, 1972 con 27,5°C, 1983 con 28,6°C, 1987 con 27,7°C, y 1992 con 27,7°C. El nivel del mar mostró el máximo valor en el año 1972 con 3,97 m, 1982 con 3,89m, 1987 con 3,80 m., 1991 con 3,81m.

La precipitación presentó incrementos considerables para el año 1974 con 3.880mm, 1984 con 2.948 mm, 1988 con 2.582.mm y, 1992 con 3.871 mm; en algunos casos el régimen de lluvias es mayor en la fase "post-Niño" que en la fase "NINO". Delimitando las diferentes fases del evento, en los cinco últimos eventos cálidos y graficando los promedios mensuales con respecto al promedio histórico, podemos observar los patrones armónicos de comportamiento para un

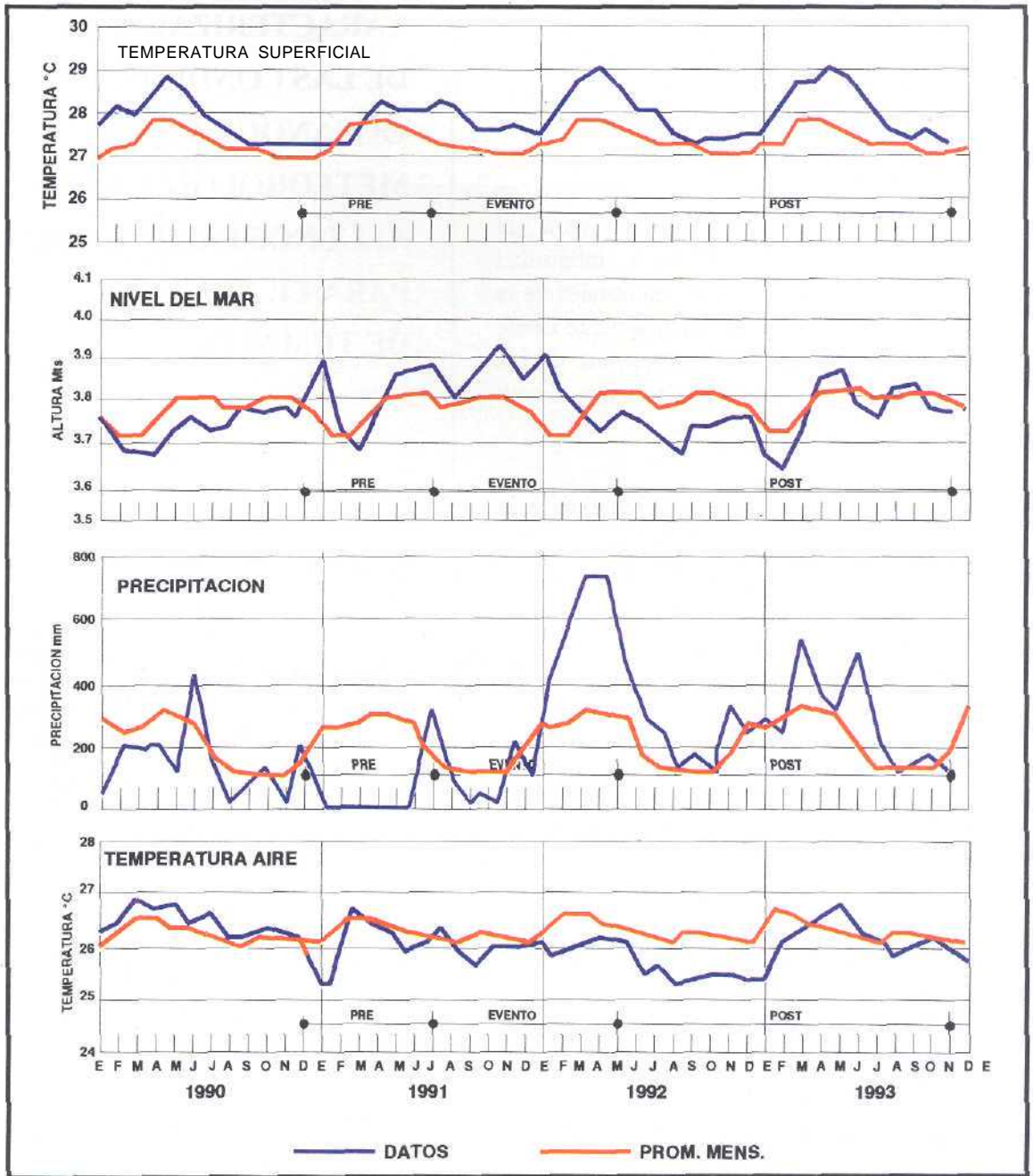


Figura 20
Variación de parámetros, evento 1990/1993-Tumaco

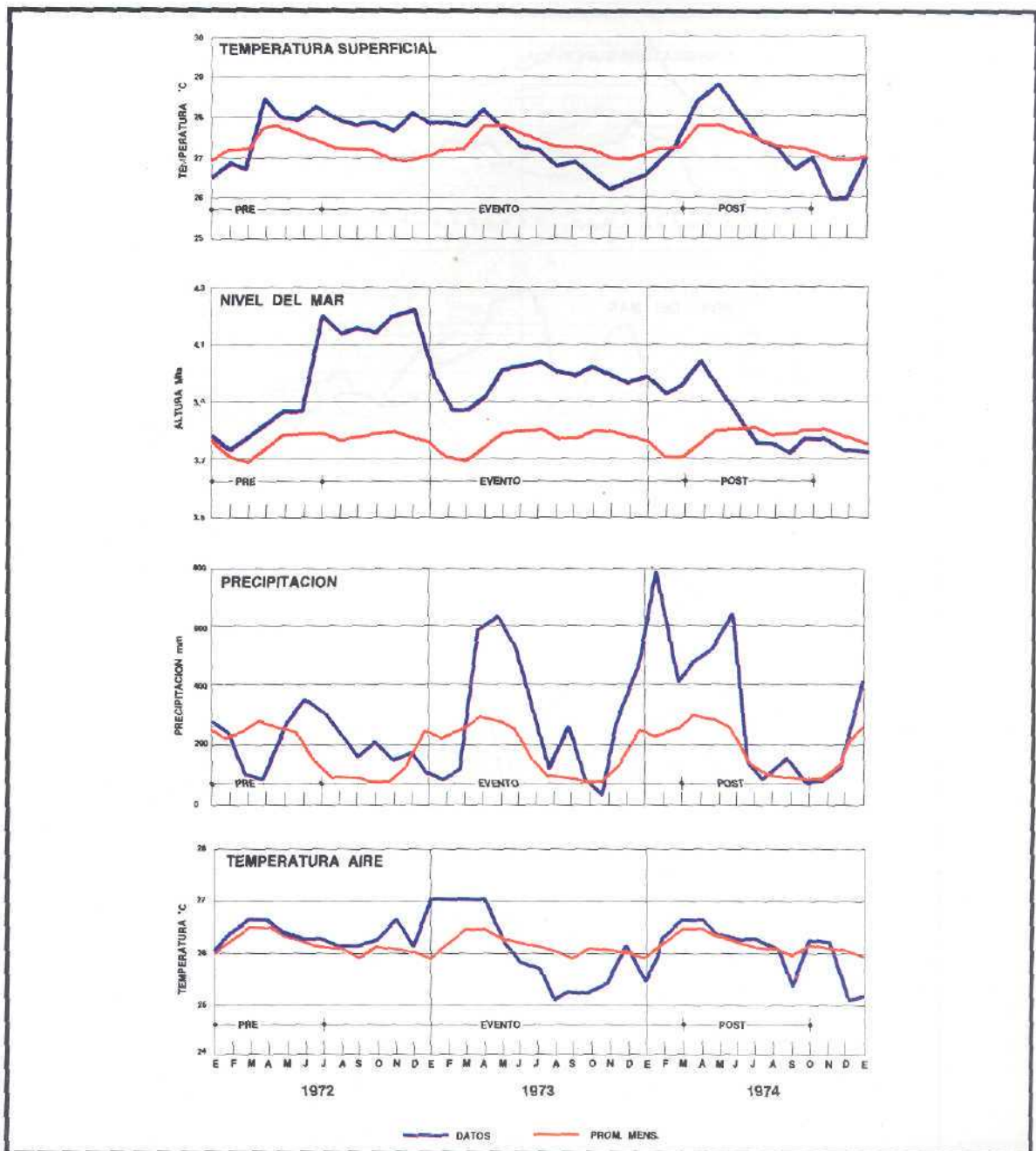


Figura 21
Variación de los parámetros del evento 1972/1974 - Tumaco

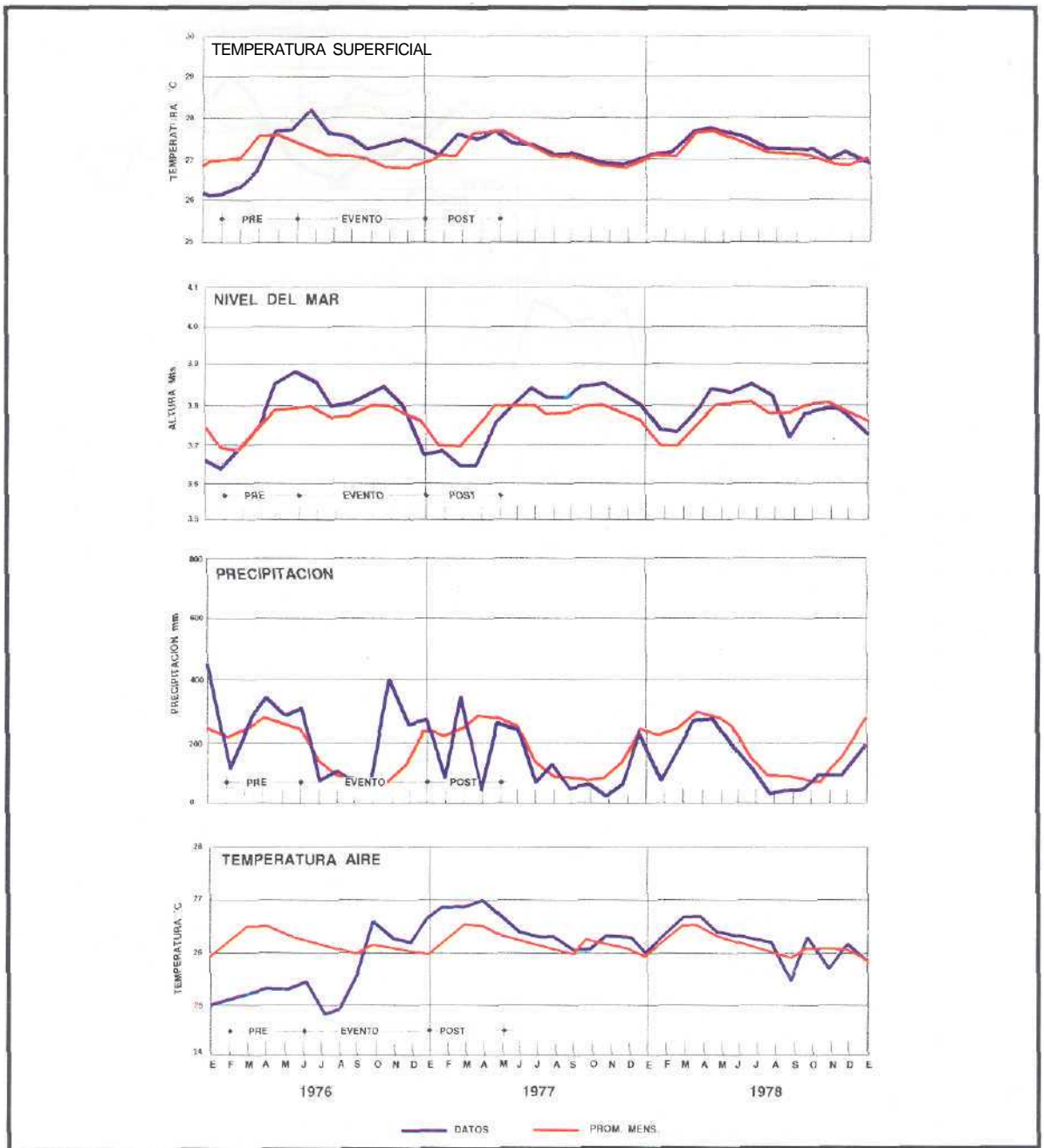


Figura 22
Variacionparametros,evento1976/1977 - Tumaco

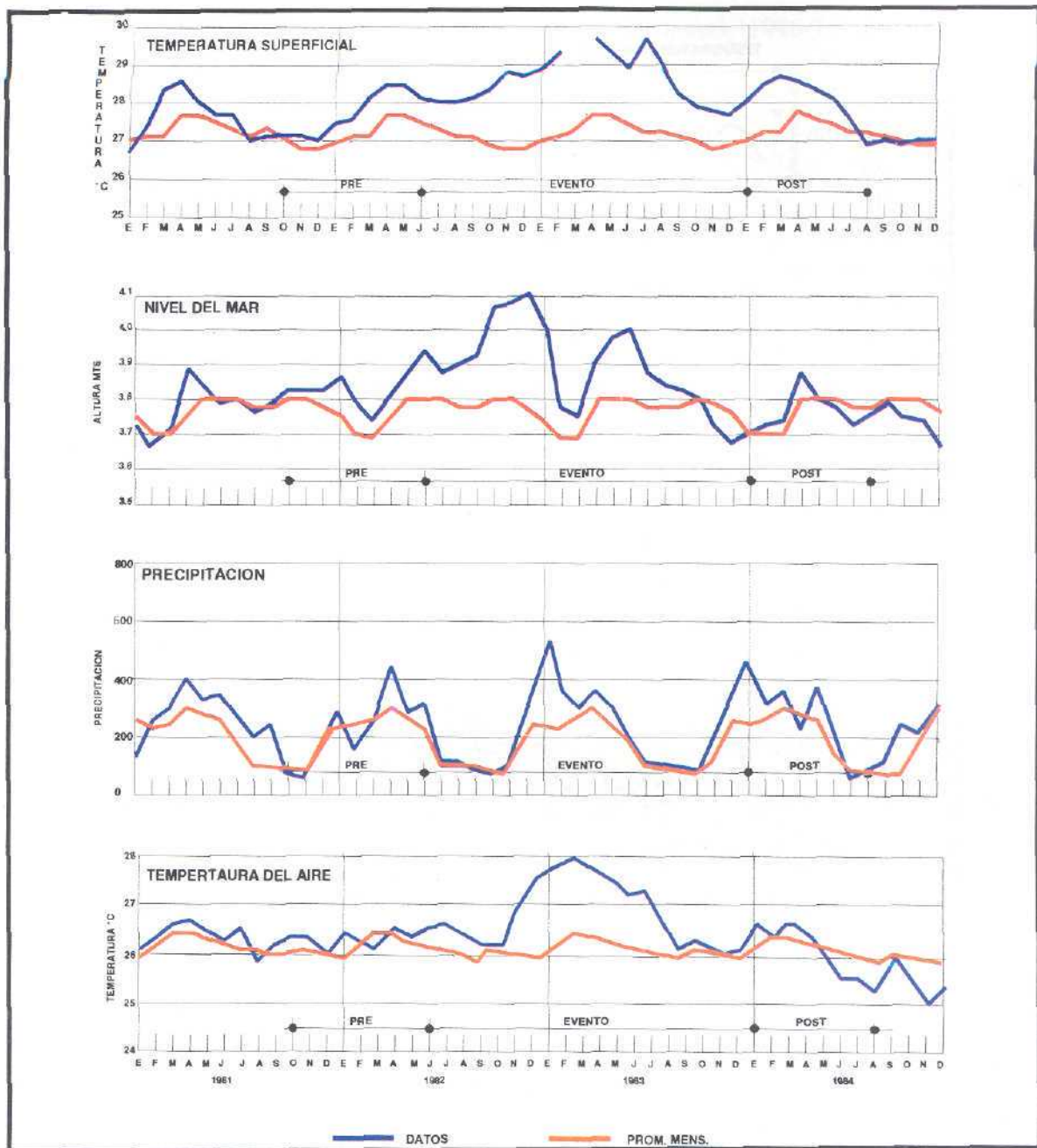


Figura 23
 Variación de parámetros, evento 1981/1984 - Tumaco

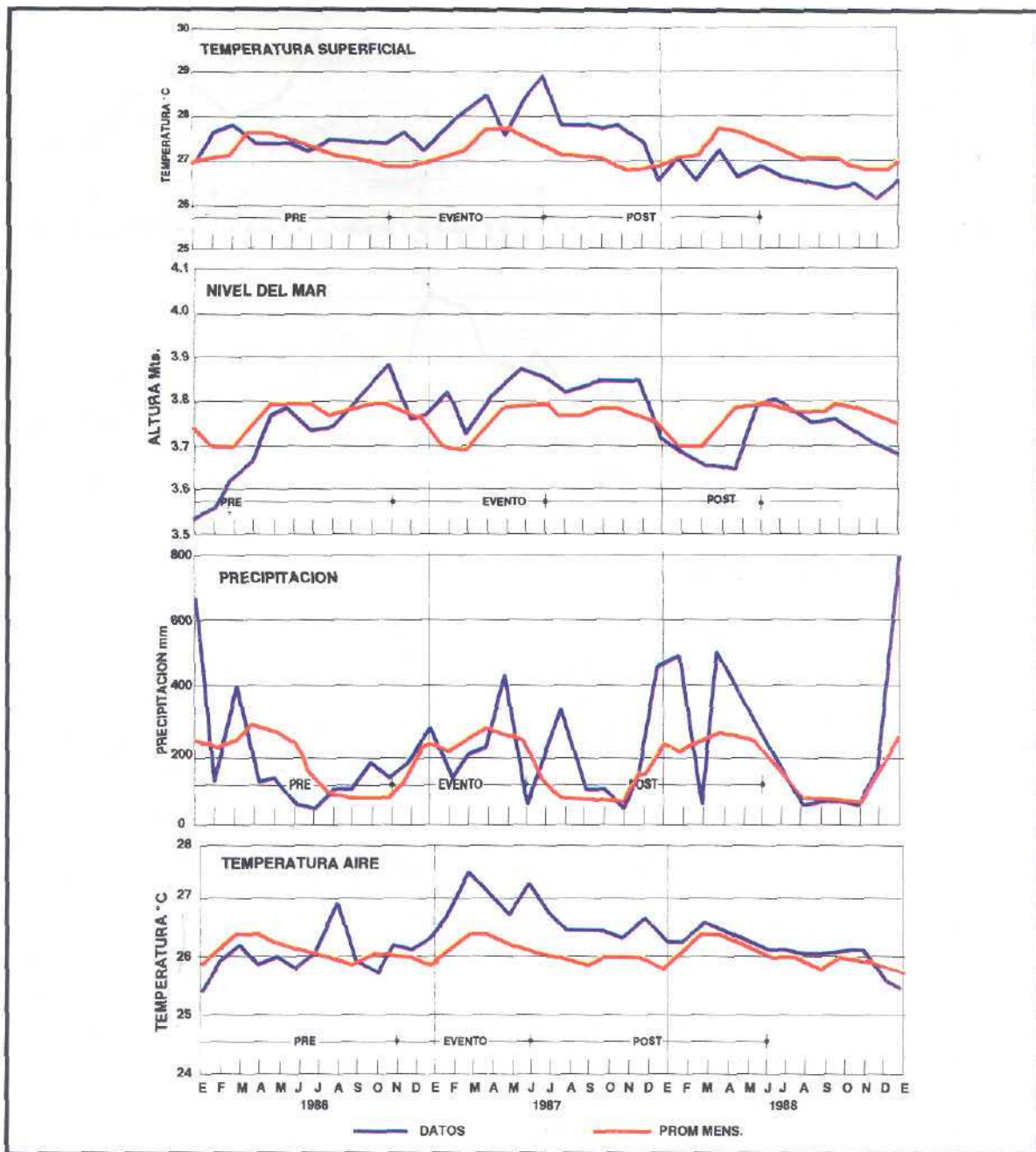


Figura 24
Variación de parámetros, evento 1986/1988- Tumaco

fenómeno EL Niño en cada uno de los eventos, (fig20- tabla 2).

La TSM y el NMM, presentaron anomalías negativas, al inicio de la fase pre-Niño y posteriormente, anomalías positivas crecientes hasta llegar a la segunda fase (tablas 3-4). En la fase pre-Niño, que es la de mayor importancia para nuestro estudio, la TSM mostró anomalías entre 0.28°C y 0.95°C (tabla 3).

La precipitación vario considerablemente su régimen (0 a 160 mm) en el pre-Niño, cuando inició la segunda fase, osciló en sus valores promedios históricos hasta mediados de la fase, donde simultáneamente con los máximos valores de TSM y NMM, registró valores significativos entre 172 a 546 mm; en la fase post-Niño presentó valores de precipitación considerables de 45 mm a 413 mm. En el nivel del mar se observó anomalías promedios de 6,87 cm a 39,17 cm en la fase pre-Niño. (tabla3). Estos valores registrados son los máximos y mínimos pero no guardan relación en el tiempo; solamente nos hemos detenido en su comportamiento en lo referente a su variación.

Para la temperatura ambiente en esta primera fase, las anomalías variaron de $-0,89^{\circ}\text{C}$ a $0,86^{\circ}\text{C}$. Delimitando las "fases para cada uno de los cinco fenómenos analizados, observamos que la duración es diferente, 1991-92 de 37 meses, 1982-83 de 36 meses, 1972-73 de 33 meses, 1986-

87 de 30 meses, 1976-77 de 16 meses (tabla 3).

Se caracterizaron los eventos en el área de Tumaco, obteniéndose los rangos promedio de variación para cada uno de ellos, en cada fase. Esto nos da un acercamiento al patrón de variación de los parámetros, el cual es de utilidad en el monitoreo del fenómeno. Las máximas variaciones en los últimos 20 años han sido: TSM de 26°C a $29,6^{\circ}\text{C}$, NMM de 3,63 ms. a 4,20 ms; precipitación de 0 mm a 773 mm ; temperatura ambiente de $24,7^{\circ}\text{C}$ a 28°C ; el índice de oscilación del surde-3,5a2,9.

Las anomalías en las fases de cada evento presentan un cuadro muy singular, en la etapa pre-Niño, la TSM, y NMM pasan de negativas a positivas; la precipitación de positivas a negativas y termina la fases con positivas; la temperatura del aire generalmente presenta anomalías negativas; el IOS va de positivo a negativo, durante la segunda y tercera fase hay una mejor definición de las anomalías (tabla 4).

Con el fin de establecer los valores normales para los parámetros y sus rangos de variación que se pueden considerar aceptables para cada mes del año, se elaboró la tabla de valores, los cuales, relacionados con los patrones del fenómeno El Niño, servirán como posibles indicadores para el área de Tumaco. Esta referencia nos dará una herramienta básica

	PRE	EVENTO	POST	DURACION FENOMENO
1972-73	Enero-Julio/72 06 meses	Julio/72-Mayo/74 22 meses	Mayo-Octubre/74 05 meses	Enero/72-Octbre/74 33 meses
1976-77	Febrero-Junio/76 05 meses	Junio-Diciembre/76 06 meses	Diciembre/76-Mayo/77 05 meses	Febrero/76-Mayo/77 16 meses
1982-83	Octubre/81-Junio/82 09 meses	Junio/82-Diciembre/83 18 meses	Diciembre/83-Sep/84 09 meses	Octubre/81-Sept./84 36 meses
1986-87	Enero-Noviembre/86 11 meses	Noviembre/86-Julio/87 08 meses	Julio/87-Junio/88 11 meses	Enero/86-Junio/88 30 meses
1991-92	Diciembre/90-Julio/91 08 meses	Julio/91-Mayo/92 10 meses	Mayo/92-Diciembre/93 19 meses	Diciembre/90-Dic/93 37 meses

Tabla 2
Duración de las condiciones anómalas

EVENTOS	PRE-NIÑO					NIÑO					POST-NIÑO				
	T.S.M. oC	N.M.M. cm	PRECIP. mm	T.A.M.B. oC	I.O.S	T.S. M oC	N.M.M. cm	PREC. mm	T.A.M. oC	I.O.S	T.S.M. oC	N.M. M cm	PREC. mm	T.A.M. oC	I.O.S
72-73	0.75 Jul/72	39.17 Jul/72	149 Jul/72	0.13 Abr/72	0.6 Feb/72	1.07 Dic/72	42.67 Dic/72	546 Feb/72	1.1 Ene/73	2.9 Nov/73	0.88 Ma/74	12.69 Ma/74	366 Jun/74	0.13 Abr/74	1.2 Jul/74
76-77	0.28 Jun/76	8.58 Jun/76	54 Abr/76	-0.89 Jun/76	1.3 Ma/76	0.67 Dic/76	6.57 Jul/76	319.8 Nov/76	0.41 Oct/76	0.7 Nov/76	0.45 Mar/77	-1.35 Feb/77	95 Mar/77	0.6 Feb/77	0.8 Feb/77
82-83	0.95 Mar/82	12.78 Jun/82	133 Abr/82	0.47 Ene/82	1.0 Ene/82	2.25 Jul/82	30.77 Dic/82	326.1 Feb/83	1.5 Mar/83	0.9 Ma/83	1.35 Mar/84	5.19 Ma/84	233 Feb/84	0.4 Feb/84	0.4 Feb/84
86-87	0.53 Nov/86	8.04 Nov/86	160 Mar/86	0.86 Ago/86	0.7 Oct/86	1.55 Jul/87	11.65 Feb/87	172 Ma/87	1.02 Mar/87	-0.8 Ene/87	0.83 Nov/87	6.07 Dic/87	266 Feb/88	0.7 Jul/87	1.1 Ma/88
91-92	0.55 Jul/91	6.87 Jul/91	0 En-Jun/91	0.12 Mar/91	0.6 Ene/91	1.08 Ma/91	14.17 Ene/92	41.37 Abr/92	0.16 Ago/91	0 Ma/92	1.25 Jun/93	5.18 Jun/93	413 Ma/92	0.41 Jun/93	0.3 Ag/93
Maximos	0.95	39.17	160	0.86	1.3	2.25	42.67	546	1.5	2.9	1.35	12.69	413	0.7	1.2
Minimos	0.28	6.87	0	-0.89	0.6	0.67	6.57	172	0.16	-0.8	0.45	-1.35	95	0.13	0.3

Tabla 3
 Anomalías máximas en cada fase

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR oC

SUPERIOR	27.45	27.72	27.81	28.33	28.32	28.20	28.04	27.72	27.52	27.50	27.52	27.47
PROMEDIO	26.90	27.10	27.15	27.71	27.72	27.52	27.35	27.14	27.11	27.05	26.87	26.83
INFERIOR	26.35	26.48	26.49	27.09	27.12	26.84	26.66	26.56	26.64	26.60	26.22	26.19

NIVEL DEL MAR mm

SUPERIOR	376.22	369.83	369.63	373.63	379.08	379.69	379.80	379.96	377.28	379.21	376.46	377.63
PROMEDIO	376.13	369.75	369.56	373.44	379.01	379.62	379.73	376.88	377.20	379.12	379.36	377.53
INFERIOR	376.03	369.66	369.48	373.36	378.93	379.54	379.65	376.79	377.11	379.02	379.26	377.43

TEMPERATURA AMBIENTE oC

SUPERIOR	26.45	26.80	27.04	26.97	26.76	26.58	26.58	26.51	26.42	26.57	26.51	26.59
PROMEDIO	25.93	26.20	26.48	26.47	26.30	26.19	26.10	26.04	25.93	26.09	26.07	26.02
INFERIOR	25.41	25.60	25.92	25.97	25.84	25.80	25.62	25.57	25.44	25.61	25.63	25.45

PLUVIOSIDAD mm

PROMEDIO	248.93	227.34	247.48	293.17	282.55	256.57	151.03	98.20	95.25	83.86	84.10	140.58
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

(Estadística de 40 años)

Tabla 5
 Promedios y rangos de indicadores del fenómeno "EL NIÑO" para Tumaco.

de monitoreo en su fluctuación más no en valores, la cual está supeditada al aspecto global, que se encargará de acelerar los procesos convectivos y/o minimizarlos. El análisis presentado para Tumaco es en forma puntual, al tener unas estaciones mareográficas, oceanográficas y meteorológicas (Tabla 5).

C ONCLUSIONES

Se presentó una situación anormal en el año 1993, en el área de estudio por el

incremento de la TSM, NMM, precipitación, aumento de la salinidad en el perfil costero y oceánico, y anomalías negativas durante todo el año en el IOS.

Las alteraciones océano-atmosféricas en 1993, son efectos del mismo evento 1991-92 en su fase post-Niño que terminó en diciembre 1993. La corriente de Cromwell se detectó para abril y octubre de 1993 en Latitud 2°N, no siendo normal en el área. La fase pre-Niño comprende dos etapas definidas, en la primera de ellas, se presenta un enfriamiento superficial y subsuperfial y en la segunda, altas temperaturas.

B IBLIOGRAFIA

ANDRADE, Carlos y ARBOLEDA, Alberto. *Temperatura y salinidad en el Pacífico colombiano durante enero y febrero de 1986: CIOH. 8. p. _____ Carlos. Condiciones de movimiento geostrófico del Pacífico colombiano basados en datos obtenidos por la Armada Nacional. Cartagena. 1986. 15p.*

DONOSO, Maria y CABRERA, Edgard. *Teleconexiones: Mito o Realidad ?. En: Atmósfera. Memorias III Congreso Colombiano de Meteorología. N 16 (Marzo 1993); p.29-43.*

ENFIELD, David. *Oceanographic conditions along the coast of South America during the 1991-92 EL NIÑO/southern oscillation. En: TOGA. Notes. N 8 (Jul. 1992) ; p.1-4. _____ El Niño, Past and Present. Rev. of Geophys. 1989, N 27(1) p.159-187.*

ERICKSON, John. *El efecto invernadero : El desastre del mañana, hoy. España : Mc Graw-Hill, 1992.217p.ISBN 84-7615-789-4. _____ El Misterio de los Océanos. España: Mc Graw-Hill, 1992. 298p.ISBN 84-7615-780-0.*

HIMAT, *Informe evolución de las condiciones medio ambientales relacionadas con el actual fenómeno EL NIÑO. Oficio 2542. Marzo-1992.*

MONTEALEGRE, José y PABON, José. Características climáticas relevantes en el noroccidente sudamericano durante la ocurrencia de fenómenos El Niño Oscilación del Sur (ENOS). En : VIII Seminario Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar : Congreso Centroamericano y del Caribe de Ciencias del Mar. N.1 (Octubre-1992).p.72-87.
_____. Edgar. EL Niño: Todo un fenómeno. En : Tecnimat. Revista técnica del Himat. N.1 (Enero,1992).p.11- 15. _____ José. Informe Especial: Cuando calienta el sol. En : Semana. Colombia Junio-Julio -1992. N 530. p.42-47.

PEÑA, Jairo y MOSQUERA, Alba. Monitoreo al fenómeno El Niño Oscilación del sur (ENOS) en aguas costeras de la región IV, zona 3 del Pacífico nariñense. En: Boletín Científico. Centro Control Contaminación del Pacífico N.3 (Junio,1992) p.51- 65. ISSN: 0121-3423.

PHILANDER, George. EL NIÑO, LA NIÑA, and the southern oscillation. International Geophysics series. 1990. vol.46.285p. ISBN: 0-12-553235-0.

SILVA, Nelson. Condiciones oceanográficas post-Niño 1982/1983. En : Ciencia y Tecnología del Mar. Valparaíso, Chile 1989. ISSN: 0716-2006. _____ Nelson y KONOW, Dieter. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico sudoriental: Expedición Krill. Crucero 3-4. Julio-Agosto 1974. Centro de Investigaciones del Mar. Valparaíso, Chile. En : Revista Comisión Permanente del Pacífico Sur. 3; 63-75, 1975-p.63- 75.