

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NUCLEO DE SUCRE  
INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA  
DPTO. DE OCEANOGRAFIA**

**POSIBLE INFLUENCIA DE  
EL NIÑO 97 - 98 SOBRE LA GEOGRAFIA  
DEL ORIENTE Y SUR DE VENEZUELA**

**PRESENTADO A: Corporación Andina de Fomento  
POR: Rubén A. Aparicio Castro  
FECHA: Febrero - 1.999**

# INDICE

Pag. N°.

Introducción

Caracterización del Area de Estudio

a) Dimensiones

b) Macrofactores regulando el clima marino – atmosférico e implicaciones socio – económicas.

Metodología

Análisis y Discusión

Conclusiones y Recomendaciones

Lista de Contribuyentes

## INTRODUCCION

Debido a las negativas consecuencias del fenómeno EL NIÑO 97-98, la Corporación Andina de Fomento (CAF) decidió implementar un estudio regional entre los países miembros de la Comunidad Andina, con la finalidad de evaluar y documentar los impactos y la respuesta institucional de los países andinos afectados por este desastre natural.

Este reporte presenta en primer lugar una síntesis de la caracterización climatológica – para los escenarios ATMOSFERA y OCEANO COSTERO – de la región mas oriental del norte del continente suramericano, incluyendo la República de Trinidad & Tobago y el Sur y Oriente de la República de Venezuela.

Luego se discuten los registros meteorológicos y oceanográficos, recientemente recaudados en la geografía de interés por agencias nacionales, como evidencias a considerar en la critica fase de identificación de impactos, potencialmente atribuibles a la fenomenología EL NIÑO - OSCILACION del SUR (ENOS). Finalmente se señalan un conjunto de recomendaciones a seguir en el corto plazo con la finalidad de contribuir a reducir las grandes incertidumbres que sobre variabilidad climática regional y sus impactos socio - económicos padece Venezuela.

## CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

### a) DIMENSIONES:

La región considerada bajo estudio en este reporte incluye todo el espacio marino – continental comprendido entre las latitudes 15° Norte – 5° Norte y las longitudes 45° Oeste – 67° Oeste y sus áreas adyacentes. En este rectángulo geográfico se encuentran todas las dependencias insulares del oriente venezolano (ISLA de AVES, LA ORCHILA, LA BLANQUILLA, LA TORTUGA, LOS TESTIGOS y el Edo. NUEVA ESPARTA integrado por las islas de MARGARITA, COCHE y CUBAGUA) y los estados SUCRE, ANZOATEGUI, MONAGAS, MIRANDA, DELTA AMACURO, BOLIVAR y los llanos orientales del Edo. GUARICO. Además, resulta incluida también, la geografía del vecino país TRINIDAD & TOBAGO y la región norte del ESEQUIBO.

La figura anexa muestra la ubicación relativa del área mencionada.

### b) MACROFACTORES regulando el clima MARINO – ATMOSFERICO

La climatología de la región considerada en este reporte presenta como su principal macrofactor regulador a la migración estacional de la zona de convergencia inter-tropical (ZCIT) de los vientos alisios.

La variabilidad temporal en la ubicación latitudinal de la ZCIT de los vientos alisios es un parámetro detectado indirectamente a través de sensores remotos, en

escala diaria, sobre un sector específico del Océano Atlántico Tropical (OAT), lo cual permite visualizar la característica esencial de su migración estacional. En efecto, para la localidad de los 28° Oeste de longitud, sobre el OAT, las imágenes de nubosidad que vía satélite obtiene diariamente el Centro Espacial Meteorológico de Lannion en el norte de FRANCIA, desde 1.971, permiten identificar el ciclo estacional de la ubicación latitudinal de la ZCIT de los vientos alisios para esa localidad, con efectos directos sobre la región de nuestro interés. Tal como lo muestra la figura 2, la convergencia de vientos sobre la región tropical inducidos por los centros de ALTA PRESION localizados en la cuenca oceánica del ATLANTICO, tanto en el hemisferio Norte como en el Sur, a latitudes de 30°, es un fenómeno dinámico que en el lapso de un año exhibe un ciclo en su ubicación latitudinal caracterizado por presentar una migración desde la región ecuatorial hacia el hemisferio Norte a partir del bimestre ABRIL – MAYO, con una máxima penetración latitudinal en este hemisferio (aproximadamente 10° de latitud Norte) durante el bimestre JULIO – AGOSTO, para luego retroceder hacia la región ecuatorial desde el mes de SEPTIEMBRE y culminar el ciclo con la mayor cercanía de la ZCIT de los vientos alisios al hemisferio Sur durante el bimestre FEBRERO – MARZO.

En resumen, la ZCIT de los vientos alisios sobre la región tropical del Océano Atlántico, sigue un ciclo anual, en cuanto a su ubicación latitudinal, acercándose al ECUADOR (durante los meses de Febrero y Marzo) y alejándose del mismo (máxima lejanía durante los meses de Julio y Agosto), ocasionando la estacionalidad del régimen de lluvias fácilmente detectable sobre la geografía venezolana que aquí nos ocupa. Esto último se evidencia con solo atender a la premisa técnica de considerar la ubicación espacial de la ZCIT de los vientos alisios como INDICE de OCURRENCIA de PRECIPITACION o de NUBOSIDAD. De esta manera, es muy sencillo explicar como, por ejemplo, para la costa peninsular del Edo. Sucre

(aproximadamente a los 9° 40' de latitud Norte) los pluviómetros de la localidad registran ausencia de lluvias durante el periodo DICIEMBRE – MAYO y ocurrencia de precipitaciones durante el lapso JUNIO – NOVIEMBRE con un máximo para el bimestre JULIO – AGOSTO. Esto puede observarse en la serie de tiempo presentada en la figura 3. Otra concluyente evidencia se obtiene, para una mayor cobertura espacial, observando los niveles del Río Orinoco en la localidad del Puente Angostura (Edo. Bolívar) bajo una escala estacional. La figura 4 muestra el ciclo anual de los niveles del río durante el periodo 1.926–1.986, construido a partir de datos recaudados por el MARNR, pudiéndose notar la gran similitud con el ciclo exhibido en la figura 2. Obviamente, durante la estación lluviosa el Río Orinoco (y cualquier otro río de la zona, tal como el Río Caroní cuyo ciclo estacional se presenta en la figura 5), alcanza su mayor nivel en el bimestre AGOSTO – SEPTIEMBRE, para luego decrecer durante el lapso NOVIEMBRE – FEBRERO y alcanzar su mínimo nivel durante el mes de MARZO en plena estación de sequía.

La estacionalidad de la intensidad de los vientos locales, tal como es detectada por cualquier anemografo ubicado en la región de estudio y cuya ubicación no supere los 12° de LATITUD NORTE, es otra de las manifestaciones climáticas de la zona controlada por la migración latitudinal de la ZCIT de los vientos alisios en una escala anual.

La variabilidad mensual que se observa en la magnitud de los vientos que soplan sobre el margen costero oriental de Venezuela, puede certeramente simplificarse en un ciclo con dos (2) estaciones muy precisas. En particular, la intensidad de los vientos locales es mayor durante el trimestre FEBRERO – MARZO – ABRIL y luego decrece paulatinamente hasta alcanzar su mínima expresión durante el mes de OCTUBRE. A partir de este mes, se inicia un progresivo incremento que alcanza su máximo durante el mes de MARZO. Un

registro de la estacionalidad de la intensidad de los vientos locales representativa de la región bajo análisis, durante el lapso MAYO, 94 – MAYO, 96, recaudado en la localidad de CUMANA, es claramente percibido en la figura 6.

Con relación al aspecto direccional, la característica esencial del campo de vientos locales es su persistencia direccional: durante todo el año predominan vientos con un componente zonal soplando hacia el Oeste, es decir, provenientes del primer cuadrante (bandas direccionales NORESTE y ESTE). Sin embargo, la estacionalidad en la cercanía relativa de la ZCIT de los vientos alisios al territorio venezolano ejerce una clara influencia sobre la presencia estacional de vientos soplando desde el segundo cuadrante (bandas direccionales SURESTE y ESTE-SURESTE). En efecto, durante la segunda parte del año particularmente durante el bimestre SEPTIEMBRE - OCTUBRE, cuando la cercanía de la ZCIT de los vientos alisios al margen marino – costero oriental del país es máxima, los vientos provenientes del hemisferio SUR resultan más ocurentes cuando se comparan con la primera parte del año (MARZO, ABRIL, MAYO). Esto puede evidenciarse en la figura 7.

En síntesis, la ZCIT de los vientos alisios y su migración latitudinal en escala anual primariamente controlan el régimen de pluviosidad estacional y la variabilidad del campo de vientos para la región de interés.

Las implicaciones naturales que esta fenomenología cíclica en el escenario ATMOSFERA tiene sobre los otros compartimientos dinámicos del sistema TIERRA (HIDROSFERA, LITOSFERA y BIOSFERA) para esta región, pueden ser integralmente visualizados en el encadenamiento que se presenta en la figura 8, tomando como localidad ‘caso estudio’ al Delta del Río Orinoco.

Los impactos de la migración anual de la ZCIT de los vientos alisios sobre la caracterización de la oceanografía de superficie para los cuerpos de agua de interés socio - económico regional, tales como Golfo de Paria, Norte de Araya, Aguas adyacentes a las islas de Margarita, Coche y Cubagua, Golfo de Cariaco, Golfo de Santa Fe, Bahía de Mochima, Pertigalete, Pozuelos y Barcelona, Sistema lagunar de Tacarigua, Unare y Piritu, ect., son tan considerables que puede afirmarse el carácter condicionante de esta fenomenología sobre la hidrosfera marina de la zona. Esto queda ilustrado en las figuras siguientes, en las cuales se presenta la estacionalidad regional en el contenido de CLOROFILA (figura 9) y en la DENSIDAD (figura 10) de las aguas superficiales para la zona. Así mismo, un resumen del impacto de la estacionalidad climática regional sobre condiciones naturales de directa influencia sobre los aspectos ecológicos de los cuerpos de agua ya mencionados, aparece esquemáticamente en la figura 11.

De gran envergadura para la región analizada son las implicaciones socio - económicas derivadas de su estacionalidad climática. Los sistemas de producción de alimentos, bien sean estos provenientes del sector continental como del sector marino, son críticamente dependientes de la variabilidad climática marino - atmosférica para la región. Específicamente, la producción pesquera nacional esta asentada en los polos costeros oriental y occidental del país en respuesta a la evidente riqueza planctonica que un mecanismo natural de fertilización de aguas superficiales (SURGENCIA COSTERA) produce permanentemente, aunque con fluctuaciones estacionales en su intensidad. Este proceso natural, en el caso del Oriente, es exclusivamente controlado por el sistema local de vientos y su variabilidad estacional; y en caso del Occidente, por una combinación de efectos topográficos y anemogénicos. En ambos casos, su señal física de ocurrencia es la presencia de aguas superficiales frías, lo que convierte a la temperatura del estrato superficial de la columna de agua y su variabilidad espacio - temporal en un parámetro físico de extrema importancia a la hora de planificar estrategias de

seguimiento con la finalidad de preveer eventos anómalos que podrían afectar la producción pesquera de la región. La variabilidad espacial del parámetro temperatura superficial del mar.(TSM), a lo largo de la costa caribeña de Venezuela, aparece representada la figura 12. Puede notarse primariamente que la longitud 70° OESTE, al nivel de la Península de Paraguana, separa el margen costero referido en dos zonas, registrándose las mas altas temperaturas en la zona occidental (Golfo de Venezuela y área de la Goajira) que en la región oriental del país. Además, también se observa una amplitud mayor en el ciclo estacional de la TSM para la región oriental. Esto se evidencia cuando se observa el registro de la localidad de Cumaná, en el cual resaltan las mas bajas temperaturas (22°C.) durante el lapso de intensos vientos (MARZO - ABRIL) en contraste con las mas altas temperaturas (28°C.) en aguas superficiales para aquella localidad durante el lapso de vientos débiles (SEPTIEMBRE - OCTUBRE).

La figura 13 muestra la riqueza biológica del margen sur del Mar Caribe, incluyendo las costas de Trinidad & Tobago y Venezuela, considerando datos derivados de imágenes vía satélite reportados a la literatura científica para la región. Los mas altos valores se reportan para el extremo oriental en correspondencia con la ocurrencia local de SURGENCIA COSTERA inducida por los vientos provenientes del ESTE, los cual soplan con máxima intensidad durante el bimestre MARZO - ABRIL. Aunque estos vientos se debilitan durante la segunda parte del año, la provisión de nutrientes a la zona oriental no se detiene por cuanto para el segundo semestre del año se presenta la descarga del Río Orinoco en respuesta a la estación lluviosa.

Enfáticamente, perturbaciones en el campo local de vientos y en el patrón regional de lluvias, afectando esto último la carga anual de nutrientes que van desde el continente a los espacios marinos costeros a través de la desembocadura de los ríos de la región (especialmente, del Río Orinoco), ocasionan desequilibrios naturales con directas consecuencias en las pesquerías de la zona, impactando negativamente en diferentes niveles las economías de Trinidad & Tobago y Venezuela.

Otro gran aspecto de interés socio – económico, particularmente para Venezuela, vinculado directamente a la variabilidad climática regional, está asociado a los niveles de los ríos de la zona bajo estudio que alimentan embalses utilizados para la generación de hidroelectricidad. Específicamente, los niveles del Río Caroní, surtidor natural del embalse GURI, el cual produce aproximadamente el 70% de la hidroelectricidad generada en el país, son bastante vulnerables a cualquier anomalía en el régimen de precipitaciones para la zona.

En síntesis, cualquier programa de planificación a corto y largo plazo, en el uso de los espacios geográficos contemplados en este análisis, cuyo objetivo sea formar parte del desarrollo integral, armónico y sustentable de la región, debe considerar críticamente la posibilidad de vigilar la variabilidad climática marino – atmosférica para la zona, contando con la gran ventaja local de que escasos parámetros climáticos (vientos y lluvia, en el escenario ATMOSFERA y temperatura superficial del mar, en el escenario MARINO) son necesarios y suficientes para intentar modelos sencillos de pronósticos que han probado ser muy útiles en otras latitudes, y que por otro lado, son estos parámetros los más sensibles a evidenciar anomalías, independientemente de cuán lejana sea el origen de las mismas. A manera de ejemplo, se muestra la figura 14 como un elemento de interés para fortalecer lo hasta aquí expuesto. Revisando los datos históricos recaudados en la

localidad de Cumaná durante el trienio 1.968 - 1.970 se observa que el ciclo anual de la temperatura superficial del mar - bajas temperaturas en los primeros meses del año en correspondencia a la máxima intensidad de los vientos locales y altas temperaturas, con un máximo a OCTUBRE, en correspondencia con la ocurrencia de vientos débiles para esa parte del año - vario considerablemente en una escala inter - anual de manera que para 1.969, con una amplitud de casi 6°c (23° durante FEBRERO y 29° durante OCTUBRE) fue capaz de impactar drásticamente al régimen local de lluvias (las precipitaciones durante AGOSTO del 69 son las máximas en los últimos 30 años). Esto evidencia como el clima costero de Venezuela podría estar controlado por el margen marino adyacente.

## METODOLOGIA

La sección anterior demuestra la gran influencia que la migración anual de la ZCIT de los vientos alisios sobre el Océano Atlántico Tropical, ejerce sobre la variabilidad climática, de la región marino - costera - continental incluyendo al oriente y sur de Venezuela junto a la total extensión de Trinidad & Tobago.

A su vez esta variabilidad climática condiciona respuestas naturales en los escenarios acuáticos de extrema importancia socio - económica para aquellos países, manifestándose aquellas respuestas en anomalías en el comportamiento de los patrones de parámetros primarios, específicamente, vientos y precipitación lluviosa (ATMOSFERA) y temperatura superficial del mar (HIDROSFERA).

Luce lógico, por lo tanto, plantear como adecuado un tratamiento metodológico consistente en examinar la potencial ocurrencia de anomalías, o desviaciones del valor medio de cierta consideración, en los registros de las variables ambientales ya mencionadas, recaudados durante el lapso de ocurrencia de la fenomenología ENOS 97 -98. Bajo esta premisa, en la sección próxima se documentan y analizan registros meteorológicos y oceanográficos obtenidos continuamente en territorio venezolano durante la última década, con la finalidad de identificar potenciales impactos sobre los sistemas regionales de importancia económica.

## ANALISIS Y DISCUSION

La red de estaciones meteorológicas costeras mantenida en operación por las Fuerzas Aéreas de Venezuela en los aeropuertos de los Edos. Nueva Esparta (Porlamar), Sucre (Cumaná y Güiria), Anzoategui (Barcelona), Falcón (Coro y Punto Fijo) y Zulia (Maracaibo), desde 1.950 hasta el presente, permite la vigilancia del sistema de vientos superficiales para la región. Estas localidades se han desarrollado urbanísticamente durante las dos (2) últimas décadas, disminuyéndose en consecuencia la confiabilidad de los registros para los casos en que es necesario extrapolar la información recaudada. Sin embargo, la estación meteorológica de las FAV en el Aeropuerto de EL YAQUE, Porlamar, no presenta tal dificultad. Estudios recientes han demostrado que el campo local de vientos detectado en esta localidad es representativo de las condiciones eólicas superficiales de la región nor - oriental costera de Venezuela. Debido a ello, se considero conveniente revisar la recaudación de vientos horarios en Porlamar durante el lapso 1.995 - 1.998, periodo de tiempo en el que la fenomenología ENOS se manifestó en el Pacífico Ecuatorial a través de sus dos (2) fases opuestas, presentándose la fase fría (LA NIÑA) desde la segunda parte de 1.995 y durante todo 1.996 y ocurriendo la fase cálida (EL NIÑO) desde Mayo de 1.997 hasta Agosto de 1.998, tal como es evidenciado al examinar la figura 15, la cual exhibe la evolución del INDICE de OSCILACION del SUR durante el lapso 1.980 - 1.998.

El registro de los vientos diarios de Porlamar para el periodo 1.995 - 1.998 aparece en la figura 16, con la magnitud eólica reportada en m/s. Resalta en esta serie de tiempo la naturaleza cíclica de la intensidad eólica con valores diarios ocupando el rango 7 - 10 m/s para la estación de vientos fuertes (meses de

FEBRERO - MARZO - ABRIL - MAYO) y valores diarios promediando los 4 m/s para la estación de vientos débiles (OCTUBRE).

Cierta variabilidad ínter - anual puede también apreciarse en el registro al detectarse los máximos valores diarios para el lapso en cuestión, específicamente durante Marzo de 1.998 y los mínimos valores durante Octubre de 1.995.

Esta marcha cíclica de la intensidad eólica es una clara respuesta a la migración anual de la ZCIT de los vientos alisios. Examinando con mas detalles el registro pueden apreciarse singularidades tales como:

- a) mayor duración de la estación de vientos débiles durante 1.996.
- b) mayores valores de la intensidad eólica para la estación de vientos débiles durante 1.997 y para la estación de vientos fuertes durante 1.998.
- c) mayor declinación en el natural decaimiento progresivo de la intensidad eólica durante la etapa de transición entre las estaciones de vientos fuertes y débiles, para 1.998.

A pesar de esto, es posible concluir que durante el lapso referido, el patrón de vientos superficiales para la región marino - costera del nor - este de Sur América no fue influenciado por la fenomenología ENOS 97 - 98 y su variabilidad estuvo claramente vinculada a la fenomenología que la ZCIT de los vientos alisios presenta para esta región.

Con relación al parámetro temperatura superficial del mar, es bastante favorable contar con la serie de tiempos de parámetros ambientales en la columna de agua que desde finales de 1.995, con una frecuencia mensual, se recaudan desde el Buque Hermano Gines de la Fundación La Salle, bajo la programación del Proyecto CARIACO. Este proyecto cuenta con financiamiento de la National Science Foundation (NSF) de USA y el CONICIT de Venezuela y compromete en el mantenimiento y operatividad de una estación hidrográfica asentada en el área

oriental de la Cuenca de Cariaco - Tuy, a un conjunto de Universidades estadounidenses y venezolana (UDO, USB, EDIMAR).

La figura 17 exhibe la evolución del comportamiento térmico de los primeros 300 metros de agua en el sitio de operaciones, el cual se encuentra ubicado en la depresión oriental de la Fosa de Cariaco con una profundidad de 1.400 m. Los datos de temperatura fueron obtenidos a través de un CTD. La isoterma de 21°C. ha sido tomada como referencia, presentando su ubicación en la columna de agua un rango de profundidad que va desde los 130 m (Nov / 95) a los 30 m. (Marzo / 97).

Según los estudios históricos para la región, la ciclicidad presente en este registro, con las características de presentar esta isoterma su ocurrencia mas somera durante el lapso de vientos fuertes (MARZO - ABRIL - MAYO) de cada año y su ubicación mas profunda, durante el periodo de vientos débiles (OCTUBRE), corrobora la tesis de que la surgencia costera - ocurrencia de aguas superficiales frías - observada en la región es claramente inducida por los vientos locales. Afinando el examen del registro, la primera mitad del mismo conforma una inmejorable expresión gráfica de la teoría referida en el ultimo párrafo. Desde Nov./ 95 hasta Mayo / 96, la isoterma de los 21°C. asciende gradualmente desde 130 m. hasta ubicarse a una profundidad aproximada de 50 m. de profundidad, pasando las aguas superficiales de 27°C. de temperatura a valores entre 22° y 23°C. Para este lapso de tiempo, los vientos superficiales provenientes del ESTE, han incrementado su intensidad desde los 4m/s hasta los 8 m/s, en términos promedios. Luego, a partir del mes de Junio / 96, la isoterma desciende progresivamente hasta alcanzar los 130 m. de profundidad para Septiembre / 96, manteniéndose a ese nivel hasta el mes de Diciembre / 96. A partir de allí, en la segunda mitad del registro, asciende de nuevo hasta alcanzar su mas somera ubicación vertical (cerca de los 30 m. de profundidad) durante MARZO / 97 cuando las aguas superficiales alcanzan su mas baja

temperatura (22°C.) en todo el registro. Nótese que para este momento, aun no se ha manifestado EL NIÑO 97 - 98.

El ciclo que va desde MARZO / 97 hasta ABRIL / 98 no se presenta con la misma regularidad que el observado durante el ciclo NOV./ 95 - DIC./ 96. En realidad, referenciando el ciclo, desde los lapsos de mayor ubicación vertical de la isoterma de 21°C., puede notarse que el ciclo DIC./ 96 - NOV./ 97, presenta una clara anomalía durante AGOSTO de 1.997 cuando la isoterma ascendió hasta los 60 m. Evidentemente, a partir del registro puede concluirse en el carácter episódico de este evento, ya que para los meses de OCTUBRE, NOVIEMBRE de 1.997, la isoterma de los 21°C. regresa a su profundidad habitual (120 m.) para este lapso, correspondiente a la estación de vientos débiles. La explicación a la anomalía anterior puede encontrarse en la ya referida anormal intensidad eólica para la estación de vientos débiles del año 1.997, mencionada como singularidad en la variabilidad inter - anual del patrón de vientos locales, exhibido en la figura 16. Durante 1.998, la isoterma de los 21°C. se comporto, relativamente, de una manera normal al ubicarse aproximadamente a los 70 m. de profundidad para el mes de ENERO, aparecer a los 50 m. para el mes de ABRIL, para entonces iniciar un descenso y ubicarse durante el mes de JUNIO a los 100 m. de profundidad.

Puede concluirse entonces que durante el lapso examinado, la evidencia instrumental relativa a la estructura térmica del mar superficial para la región considerada no permite incluir al NIÑO 97 - 98, como factor de influencia primaria en la variabilidad presente en los registros. Integralmente, los registros (meteorológico y oceanográfico) aquí examinados identifican aun mas a la variabilidad de la ZCIT de los vientos alisios sobre el Océano Atlántico Tropical como el primer mecanismo geodinamico regulador de las variaciones climáticas impactando la región bajo estudio.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis descriptivo de series de tiempo de parámetros ambientales críticos realizado en la sección anterior conduce a examinar con mucha cautela pronunciamientos relativos a establecer la potencial influencia que sobre la región considerada tuvo la fenomenología ENOS 97 - 98.

A primera vista, los registros meteorológicos y oceanográficos (muy escasos estos últimos) examinados niegan la influencia de EL NIÑO 97 - 98 sobre la zona y refuerzan la tesis de que es la migración anual de la ZCIT de los vientos alisios sobre el Océano Atlántico Tropical, el macro factor regulador de la variabilidad climática de la región en la escala estacional.

Sin embargo, se desconoce hasta ahora el efecto que sobre esta expresión dinámica de los vientos superficiales planetarios en el área tropical, tiene la fenomenología ENOS. En este sentido, muy recientemente se ha incentivado el interés científico por establecer con precisión la identidad de teleconexiones entre el área del Atlántico Norte (incluyendo al Mar Caribe) y los recurrentes y masivos calentamientos (EL NIÑO) y enfriamientos (LA NIÑA) del Pacífico ecuatorial como elementos distintivos de la fenomenología ENOS.

Particularmente, Enfield and Mayer (1.997) han llamado la atención al sostener que como producto de un riguroso análisis, el área del Océano Atlántico NORTE con ubicación meridional de 10 - 20° de latitud NORTE, aparece muy bien correlacionada con la variabilidad ENSO del Pacífico Tropical.

Necesariamente, deben completarse muchos estudios para averiguar la conexión que podría existir entre un evento EL NIÑO de gran intensidad y la

dinámica envuelta en la migración anual de la ZCIT sobre el Océano Atlántico Tropical.

En función de lo anterior, se presenta a continuación un conjunto de recomendaciones que a corto y largo plazo podrían contribuir a disminuir significativamente el grado de incertidumbre que hoy en día caracteriza esta materia.

Nº. 1.

Se deben fortalecer los esfuerzos que en materia de recaudación de información ambiental básica, tanto en el escenario ATMOSFERA como en el medio MARINO, se realizan actualmente sobre la geografía de Venezuela.

Desafortunadamente hoy en día asistimos a un peligroso decaimiento en la estructura que costo bastante organizar en el Ministerio del Ambiente para la captación de información ambiental a través de la Dirección de Hidrología y Meteorología.

Agencias gubernamentales tales como el Servicio de Meteorología de las Fuerzas Aéreas de Venezuela y la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Armada (Observatorio Cajigal) deben ser atendidos y financiados en una justa y realista dimensión. Por otro lado, centros de investigaciones vinculados a las Universidades públicas del país deben ser tomados en cuenta a la hora de planificar un deseable programa de investigación sobre la variabilidad climática regional, el cual debería ser convocado por el CONICIT a través de las Comisiones Nacionales de Oceanología y de Hidrología y Meteorología. Proyectos de investigación en vías de desarrollo como el Proyecto CARIACO deben recibir el más completo apoyo nacional.

## Nº. 2.

Se debe incorporar a Venezuela a los esfuerzos de investigación que sobre la variabilidad del clima marino - atmosférico del Océano Atlántico Tropical, adelantan desde mediados de 1.998, en un esfuerzo integrado USA, FRANCIA y BRASIL. Es conocida la enorme importancia que adquiere el aspecto logístico para sostener las operaciones de registro automático en alta mar, en este sentido los buques venezolanos PUNTA BRAVA (Armada) y GUAQUERI II (UDO) podrían apoyar un programa de extensión, el cual implicaría cubrir una mayor área de investigación al incluir el Mar Caribe Oriental adyacente al Atlántico Norte en la zona de estudio.

De nuevo, el trabajo ejecutivo encerrado en este aspecto podría ser desarrollado por la Comisión Nacional de Oceanología.

## Nº. 3.

Se debe garantizar la continuidad en el registro de las series de tiempo de carácter ambiental mas antiguas del país.

En particular, los niveles de los ríos del Sur de Venezuela (especialmente los Ríos Orinoco y Caroni), se constituyen en delicados y precisos indicadores de anomalías pluviométricas de escala continental y en su debido momento cobran extrema importancia para estrategias de modelaje y pronósticos.

Nº.4.

Un serio esfuerzo ejecutivo a nivel institucional debe realizarse para que cuerpos de agua de extrema importancia socio - económica para Venezuela sean monitoreados continuamente, de manera que pueda generarse series de tiempo susceptibles de ser consideradas en análisis como el hecho en este reporte. Específicamente, el Lago de Maracaibo y su custodio legal, el ICLAM, deben ser suficientemente asesorados para que el implemento de series de tiempo de críticos parámetros ambientales sea objetivo primordial a sus planes inmediatos. El sistema lagunar Tacarigua, Unare, Piritu y el Golfo de Paria, ambos sistemas bastantes demandados por macro - industrias de interés nacional como las industrias petrolera y turística, deberán ser objeto de especial interés a la hora de diseñar el mas adecuado plan nacional de recaudación de información ambiental básica.

## LISTA DE FIGURAS

### Figura 1.

Ubicación relativa del área geográfica bajo estudio. La extensión de la misma resulta condicionada por la directa influencia que sobre ella ejerce la migración estacional de la convergencia inter - tropical de los vientos alisios sobre el Océano Atlántico Tropical.

### Figura 2.

Ciclo estacional de la ubicación latitudinal de la Zona de Convergencia Inter - Tropical (ZCIT) de los vientos alisios, tal como es detectada vía satélite a los 28° OESTE sobre el Océano Atlántico Tropical (OAT), durante el lapso 1.971 - 1.991. Fuente de datos: Centro Espacial Meteorológico de Lannion, France.

### Figura 3.

Serie de tiempo de acumulados mensuales de precipitación durante el lapso JUNIO / 84 - JUNIO / 96., en la localidad de Cumaná. Fuente de datos: Estación Meteorológica FAV. Aeropuerto Antonio José de Sucre. Cumaná.

**Figura 4.**

Ciclo estacional del nivel de las aguas del Río Orinoco, tal como es detectado en la localidad de Puente Angostura, Edo. Bolívar, durante el lapso 1.926 - 1.986.

Fuente de datos: Dirección de Hidrología y Meteorología del MARNR.

**Figura 5.**

Ciclo estacional del caudal del Río Caroni durante el lapso 1.950 - 1.998.

Fuente de datos: Corporación Venezolana de Guayana (CVG).

**Figura 6.**

Serie de tiempo de valores medios mensuales de la intensidad del viento (m/s), en la localidad de Cumaná, durante el lapso MAYO / 94 - MAYO / 96.

Fuente de datos: Estación Meteorológica FAV - UDO. Cumaná.

Nótese los bajos valores durante el bimestre AGOSTO - SEPTIEMBRE (estación de calma) en contraste con los máximos valores durante el bimestre FEBRERO - MARZO.

**Figura 7.**

Ciclo estacional del porcentaje de ocurrencia de vientos soplando desde bandas direccionales preferenciales en la localidad de Cumaná, durante el lapso 1.970 - 1.989. Fuente de datos: Estación Meteorológica FAV - UDO. Cumaná.

### Figura 8.

Representación esquemática del encadenamiento natural que inicia la migración anual de la ZCIT de los vientos alisios sobre las características hidrodinámicas, hidroquímicas, geomorfológicas y en consecuencia bióticas, de los cuerpos de agua para la zona de interés. Caso estudio: Delta del Río Orinoco.

### Figura 9.

Variabilidad espacial en el contenido de Clorofila en aguas superficiales para la región más oriental del Norte del Continente Sur - americano, envolviendo las costas de Trinidad & Tobago y el sector central y oriental de Venezuela. a) Panel superior: valores predominantes durante el bimestre FEBRERO - MARZO. b) Panel inferior: valores predominantes durante el bimestre SEPTIEMBRE - OCTUBRE. En ambos casos, se han usado datos reportados por diversos autores en los últimos 20 años. Nótese la gran riqueza clorofílica de las aguas inmediatas a la costa de los Estados Sucre, Anzoátegui y Nueva Esparta, durante la primera parte del año, en comparación con los valores representativos del segundo semestre. La explicación es dada por la intensidad de la SURGENCIA COSTERA incluida por los vientos durante la estación de vientos fuertes (trimestre FEBRERO - MARZO - ABRIL) en contraste con la debilidad de los vientos durante el trimestre SEPTIEMBRE - OCTUBRE - NOVIEMBRE, tal como es evidenciado en la figura 6.

### **Figura 10.**

Variabilidad espacial en la densidad (unidades de Tt) de aguas superficiales para la región reseñada en la figura anterior. a) Panel superior: valores predominantes durante el bimestre FEBRERO - MARZO. b) Panel inferior: valores predominantes durante el bimestre SEPTIEMBRE - OCTUBRE. En ambos casos, se han usado datos históricos recaudados por diversos autores durante los últimos 20 años. Nótese la presencia de aguas costeras de mayor densidad (mas salinas) durante la primera parte del año en comparación con aguas menos densas para la segunda parte, debido a esta a la descarga del Río Orinoco en correspondencia con el máximo de precipitaciones lluviosas para la región durante el bimestre AGOSTO - SEPTIEMBRE.

### **Figura 11.**

Condiciones naturales extremas en parámetros atmosféricos e hidrodinámicos para los cuerpos de agua de la región de interés, como respuesta a la estacionalidad climática regional inducida por la migración anual de la ZCIT de los vientos alisios.

### **Figura 12.**

Variabilidad espacial del régimen de temperatura superficial del mar (TSM) a lo largo del margen costero Sur del Mar Caribe, según datos históricos recaudados por la División de Geodesia del MARNR - Venezuela y del HIDIAT - Colombia.

**Figura 13.**

Riqueza del mar costero de Venezuela con relación al resto del Mar Caribe, tomando como indicador la concentración media de pigmentación superficial (mg/m<sup>3</sup>) derivadas de imágenes vía satélite y reportados por Müller - Karger and Aparicio 1.994

**Figura 14.**

Registros históricos de parámetros ambientales recaudados en la localidad de Cumaná durante el lapso 1.968 - 1.970. Nótese la gran influencia de la variación estacional de la temperatura superficial del mar (controlada a su vez por la estacionalidad en la intensidad de los vientos superficiales locales) sobre el patrón de lluvias. También se aprecia la regularidad y escasa variación del ciclo anual de la temperatura del aire. Fuente de datos: SAGECAN y Estación Meteorológica FAV - UDO.

**Figura 15.**

Evolución de la diferencia de presión atmosférica a nivel del mar entre TAHITI y DARWIN (INDICE DE OSCILACION DEL SUR) durante el lapso 1.980 - 1.998. Se muestra la serie de tiempo de desviaciones normalizadas relativas al valor medio obtenido para el periodo 1.950 - 1.980. La línea gruesa se obtiene al usar un filtro de media móvil de 5 meses. Fuente de datos: Climate Diagnostic Bulletin N°. 98 / 12 NOAA. USA.

**Figura 16.**

Serie de tiempo de valores diarios de la intensidad del viento recaudados en la Estación Meteorológica del Aeropuerto Internacional de Porlamar, durante el lapso 1.995 - 1.998.

**Figura 17.**

Variabilidad temporal de la estructura térmica del estrato superior de la columna de agua en la depresión oriental de la Fosa de Cariaco durante el lapso NOV. / 95 - JULIO / 98. Fuente de datos: Proyecto CARIACO. NSF (USA) - CONICIT (Venezuela).

## LISTA DE CONTRIBUYENTES

### INSTITUCIONES:

- Fundación La Salle. Estación de Investigaciones Marinas  
Punta de Piedras. Isla de Margarita. Edo. Nueva Esparta  
Profesor Ramón Várela e Irene Astor
  
- Servicio de Meteorología de las Fuerzas Aéreas de Venezuela  
Maracay. Edo. Aragua  
Coronel Francisco Camargo
  
- Centro de Investigaciones Marinas  
Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda  
Coro. Edo. Falcon  
Profesor Roselena Sánchez
  
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables
  - a) Dirección de Hidrología y Meteorología
  - b) Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional  
Caracas.
  
- Ministerio de Agricultura y Cría
  - a) Servicio Autónomo de Recursos Pesqueros y Agrícolas
  - b) Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria  
Caracas.

- Instituto de Conservación para la Cuenca del Lago de Maracaibo  
Maracaibo. Edo. Zulia  
Profesor Gonzalo Godoy.

- Universidad de Oriente  
Instituto Oceanográfico de Venezuela. Cumaná. Edo. Sucre  
Profesor Julián Castañeda y Jeremy Mendoza

- Fundación Instituto de Ingeniería  
Centro de Procesamiento Digital de Imágenes  
USB. Sartenejas. Dto. Federal.  
Ingeniero Gustavo Ruiz

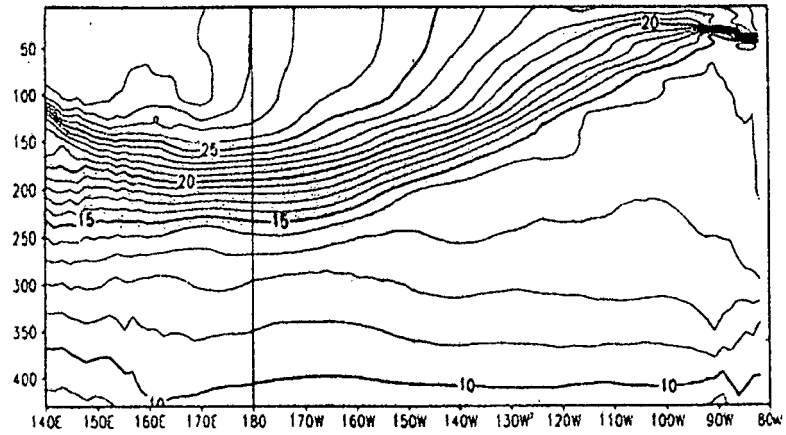
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones  
Instituto Nacional de Canalizaciones  
Ciudad Bolívar. Edo. Bolívar

- Corporación Venezolana de Guayana  
Edelca. Edo. Bolívar.

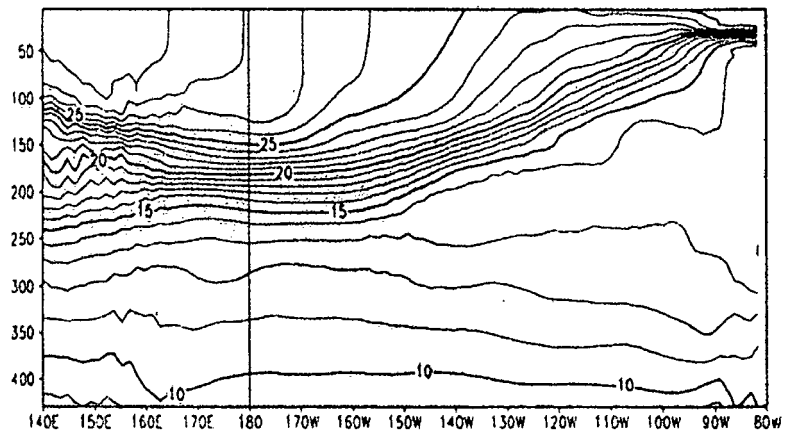
## **APÉNDICE N° 1.**

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA EVOLUCIÓN MENSUAL DE LA ESTRUCTURA TÉRMICA DEL ESTRATO VERTICAL SUPERFICIAL (0 - 400m) DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL DURANTE EL LAPSO ENERO - 97/ DICIEMBRE - 98. (SEGÚN INFORMACIÓN DISTRIBUIDA POR EL CLIMATE DIAGNOSTIC BULLETIN DEL CENTRO DE PREDICCIÓN CLIMÁTICA DE ESTADOS UNIDOS).**

ENERO 97



FEBRERO 97



MARZO 97

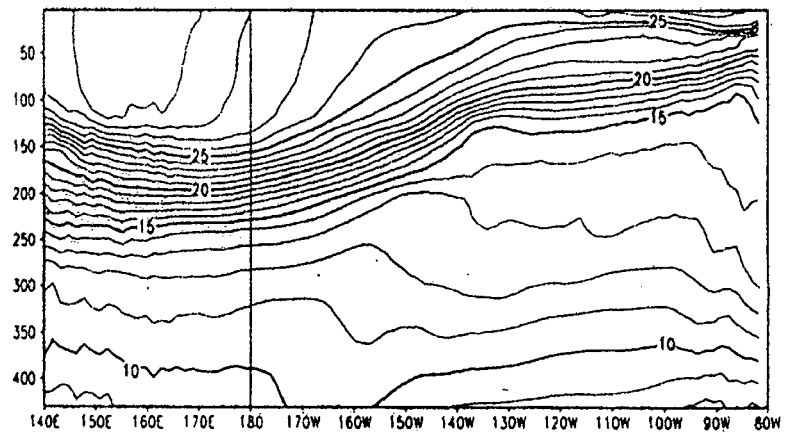
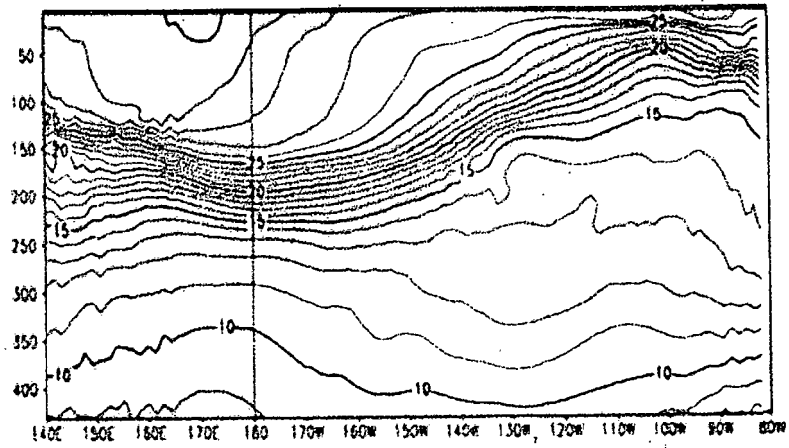
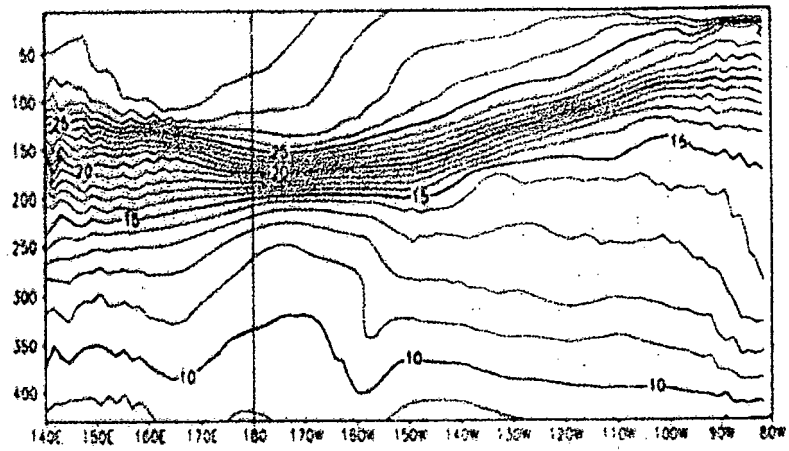


FIGURA N° 1

ABRIL 97



MAYO 97



JUNIO 97

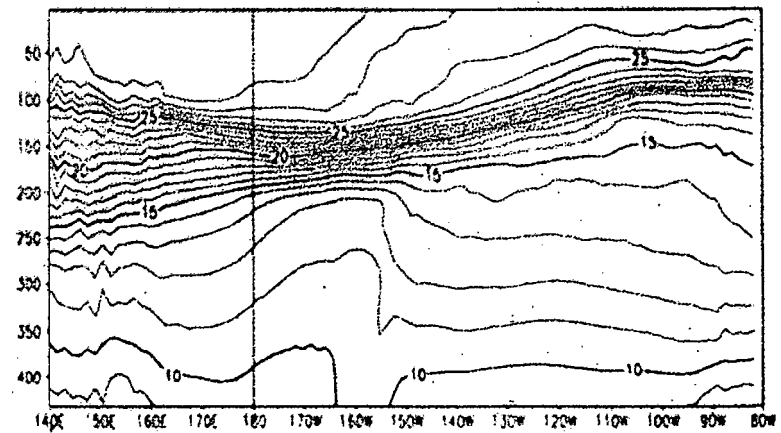
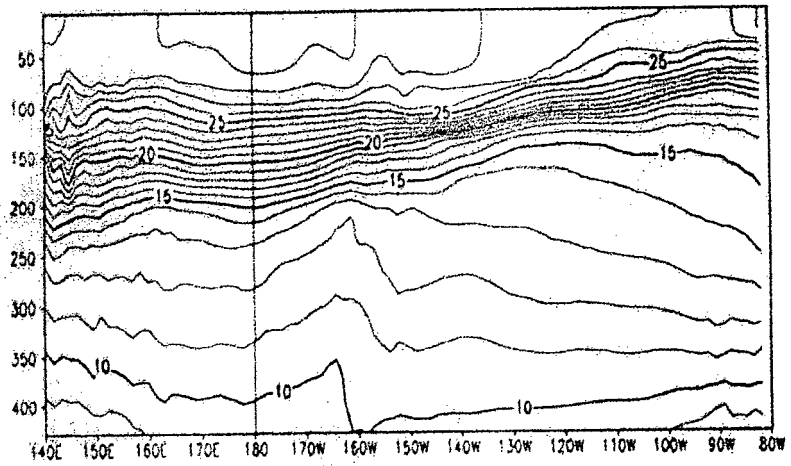


FIGURA N° 2

AGOSTO 97



SEPTIEMBRE 97

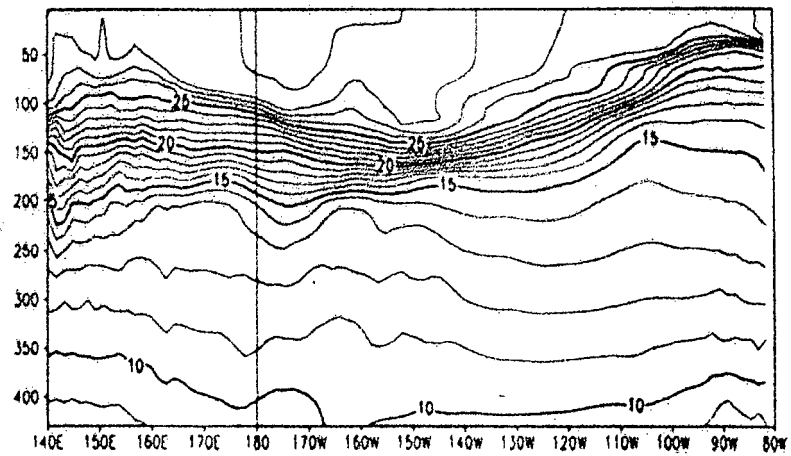
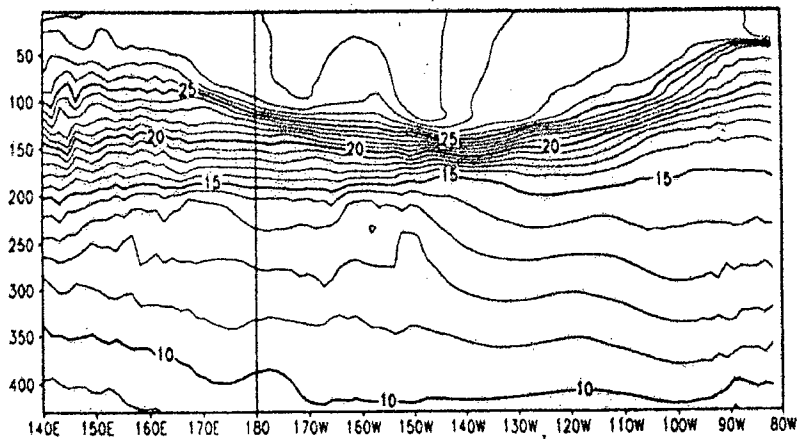
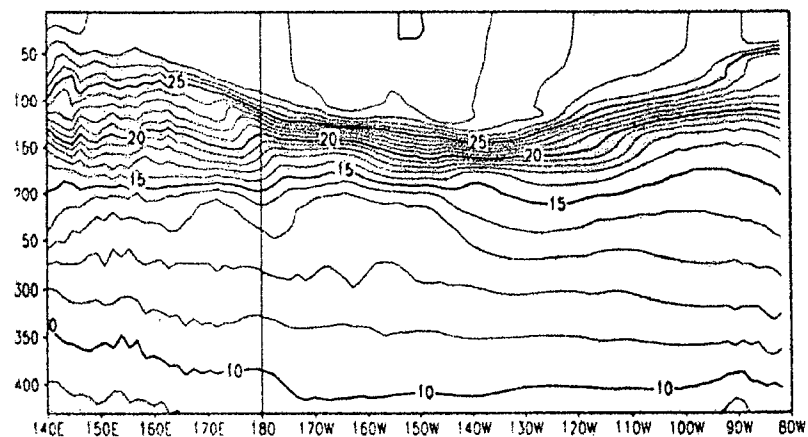


FIGURA N° 3

OCTUBRE 97



NOVIEMBRE 97



DICIEMBRE 97

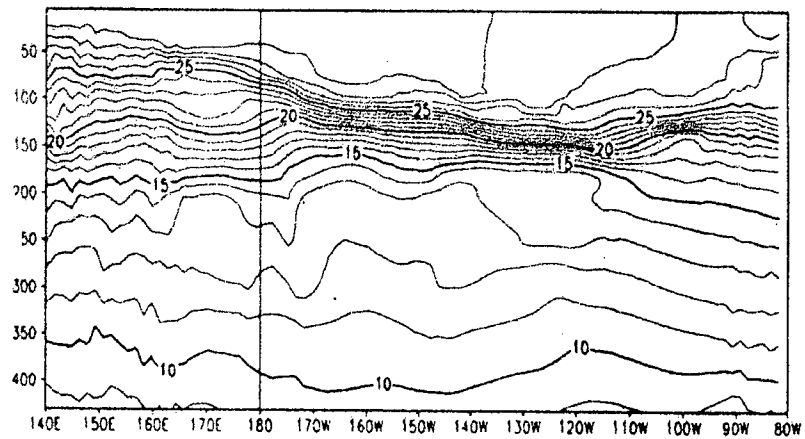
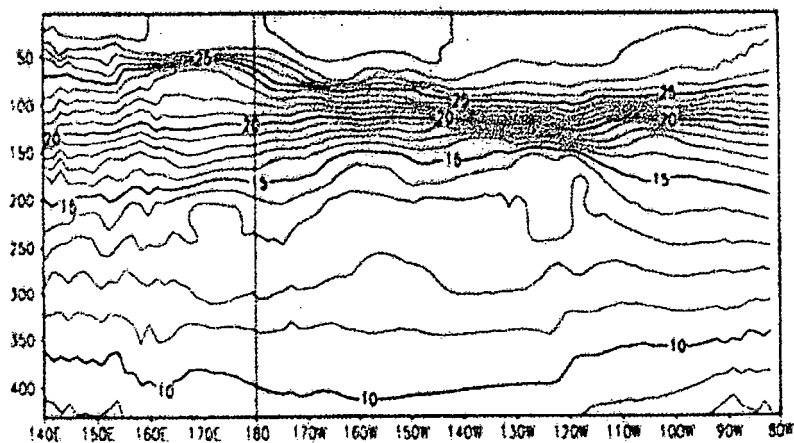
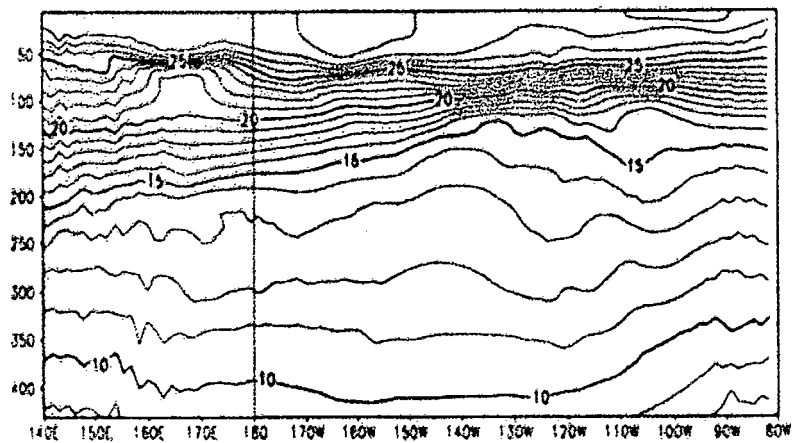


FIGURA N° 4

ENERO 98



FEBRERO 98



MARZO 98

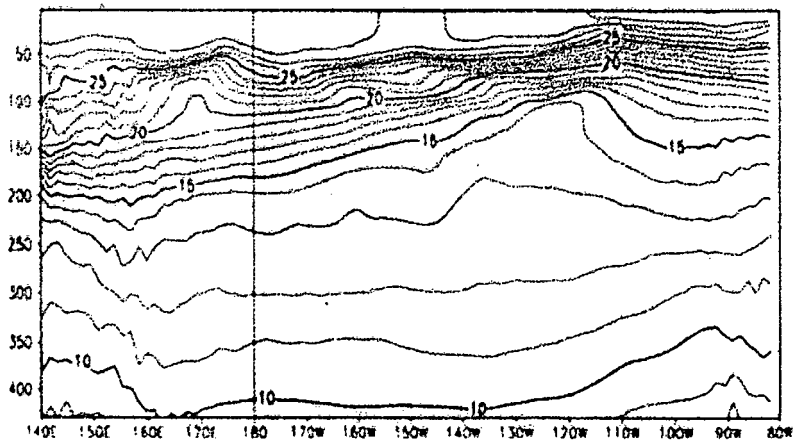
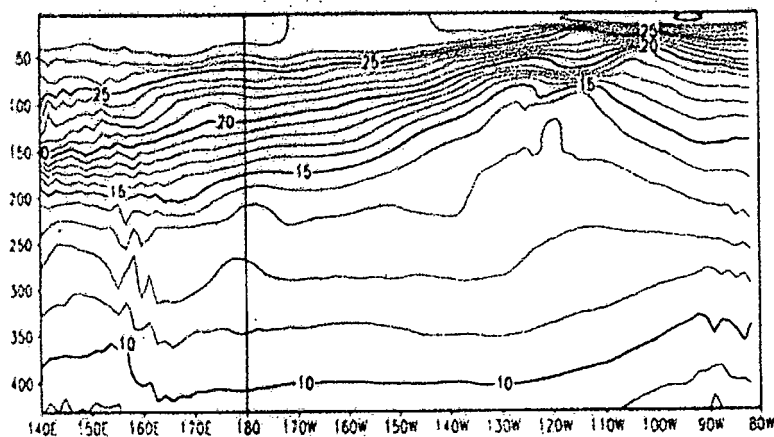
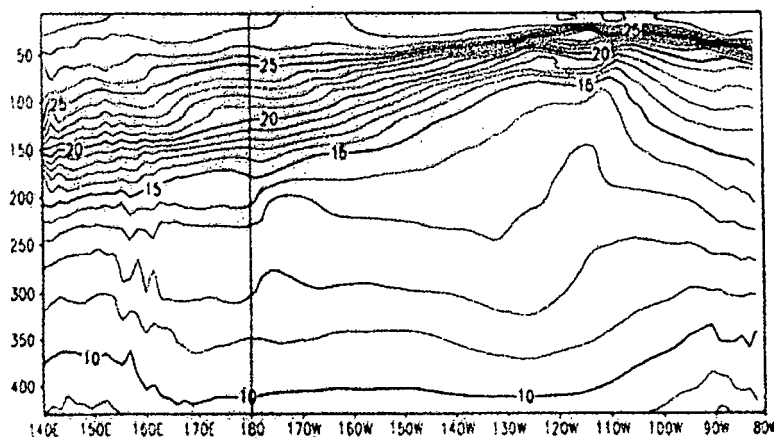


FIGURA N° 5

ABRIL 98



MAYO 98



JUNIO 98

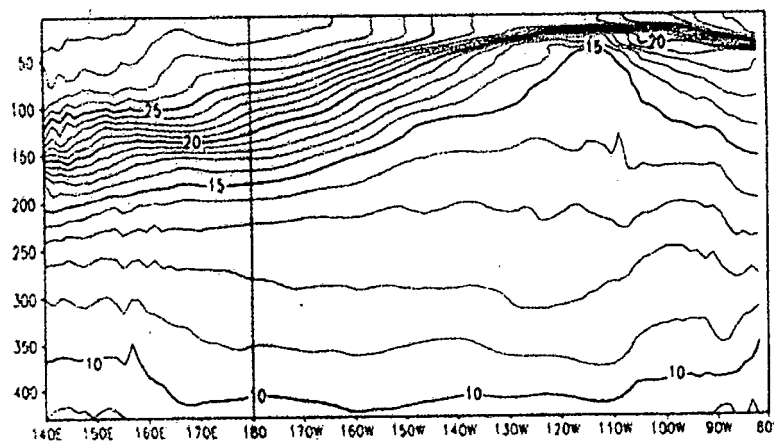
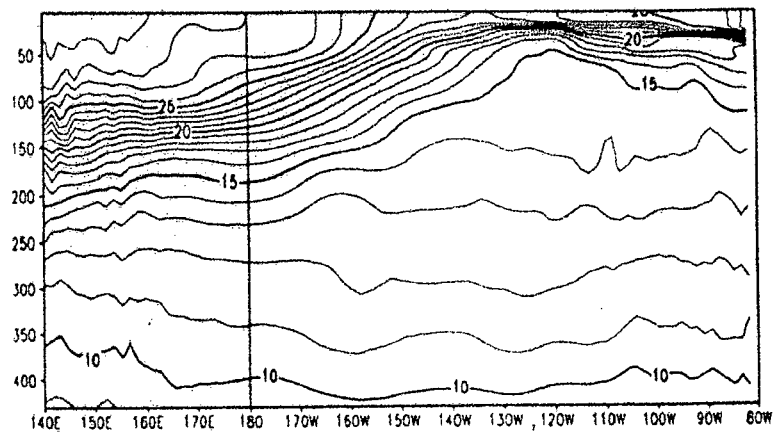
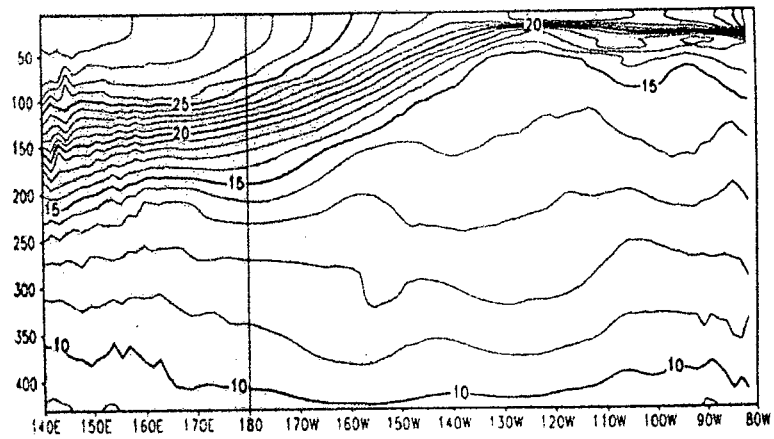


FIGURA N° 6

JULIO 98



AGOSTO 98



SEPTIEMBRE 98

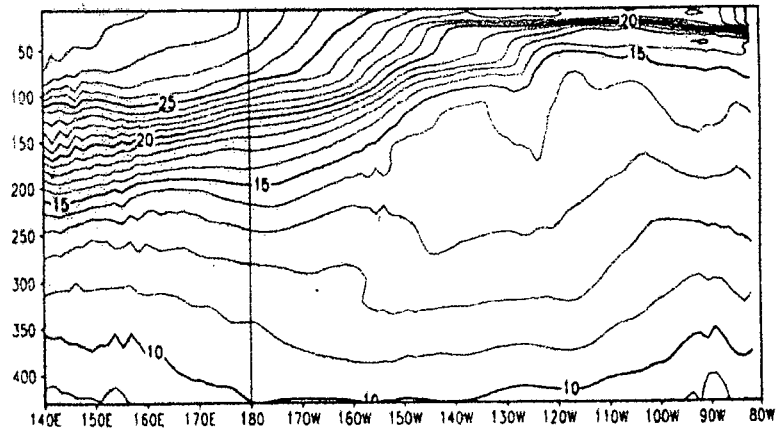
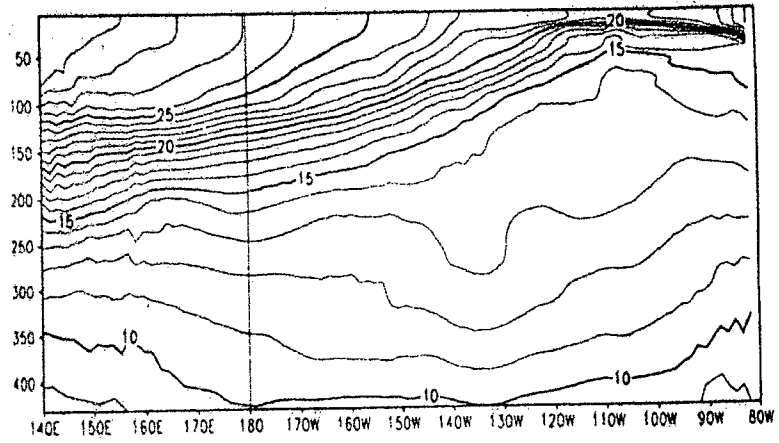
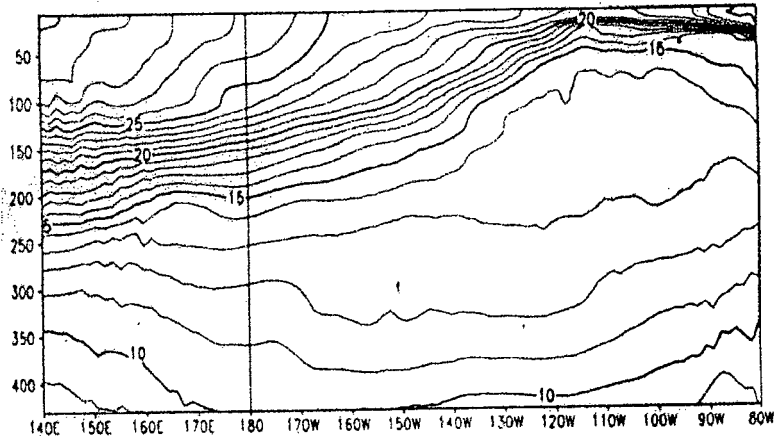


FIGURA N° 7

OCTUBRE 98



NOVIEMBRE 98



DICIEMBRE 98

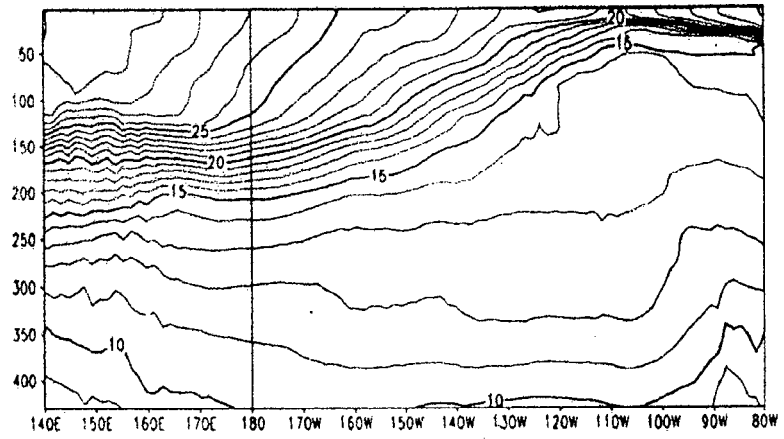


FIGURA N° 8

