

Original: Diciembre 2008

ESTUDIO CLIMÁTICO Y OCEÁNICO  
DE LAS ÁREAS MARINAS DE COLOMBIA



*Ígor Málikov*  
(Oceanólogo)

## CONTENIDO

RESUMEN .....	3
1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. BASES DE DATOS DISPONIBLES EN INTERNET .....	4
2.1. Base de datos ICOADS (1°x1°) .....	4
2.2. BASE DE DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS 1 .....	5
2.3. BASE DE DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS MONTHLY MEANS AND OTHER DERIVED VARIABLES .....	6
2.4. NCEP-DOE REANALYSIS 2: .....	7
2.5. THE CISL RESEARCH DATA ARCHIVE (RDA) .....	7
2.6. WOCE SATELLITE DATA .....	8
2.7. DATASET ID: ERDTASSH1DAY .....	8
2.8. WORLD OCEAN ATLAS 2005 (WOA05) .....	9
3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	10
4. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE VARIABLES OCÉANO- ATMOSFÉRICAS SOBRE LA CUENA DEL PACÍFICO COLOMBIANO .....	10
4.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR .....	10
4.2. SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR .....	18
4.3. TEMPERATURA DEL AIRE .....	23
4.4. HUMEDAD RELATIVA .....	29
4.5. PRECIPITACIÓN .....	33
4.6. PRESIÓN ATMOSFÉRICA, VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO .....	38
4.7. RADIACIÓN DE ONDA CORTA .....	43
4.8. NIVEL DEL MAR .....	47
4.9. ALTURA DE SUPERFICIE LIBRE DEL MAR .....	51
5. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE VARIABLES OCÉANO-ATMOSFÉRICAS SOBRE EL CARIBE COLOMBIANO .....	54
5.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR .....	54
5.2. SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR .....	60
5.3. TEMPERATURA DEL AIRE .....	65
5.4. HUMEDAD RELATIVA .....	70
5.5. PRECIPITACIÓN .....	76
5.6. PRESIÓN ATMOSFÉRICA, VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO .....	81
5.7. RADIACIÓN DE ONDA CORTA .....	87
5.8. NIVEL DEL MAR .....	93
5.9. ALTURA DE SUPERFICIE LIBRE DEL MAR .....	97
BIBLIOGRAFÍA .....	102

## ESTUDIO CLIMÁTICO Y OCEÁNICO DE LAS ÁREAS MARINAS DE COLOMBIA

### RESUMEN

Se dan a conocer las diferentes bases de datos internacionales de donde fueron obtenidos los parámetros meteorológicos y oceanográficos: precipitación, presión atmosférica, temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento superficial, radiación de onda corta, temperatura superficial del mar, salinidad, nivel del mar y superficie libre (periodo 1971 – 2000) para las áreas marítimas del Pacífico y Caribe Colombianos. Se determina la climatología de las variables encontradas. Se presentan las gráficas de la oscilación climatológica en puntos de observación representativos de cada región marítima colombiana y los campos horizontales en superficie. Se describe la distribución espacial de cada variable.

**Palabras Claves:** Bases de datos, meteorología marina, comportamiento climático, Pacífico Colombiano, Caribe Colombiano.

### ABSTRACT

The document gives different international databases which from oceanographic and meteorological parameters were collected: precipitation, atmospheric pressure, air temperature, relative humidity, superficial direction and wind speed, short-wave radiation, sea surface temperature and salinity, sea level and free surface during the period 1971 - 2000 for marine areas of the Colombian Pacific and Caribbean. The climatology of these variables was determined. Graphics of climatology variation over observation points which represent regions of the Colombian maritime areas and horizontal surfaces are showed. The space climatology distribution of each variable is described.

**Key words:** Databases, marine meteorology, climate behavior, Colombian Pacific, Colombian Caribbean.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se dan a conocer los resultados de los objetivos planteados en el Contrato de Prestación de Servicios No. 080/2008, el cual tenía como objeto realizar “El estudio climático y oceánico de las áreas marinas de Colombia y la implementación de una base de datos numéricos y cartográficos de estas áreas.

El documento consta de 5 partes. En la primera se hace una relación de las bases de datos utilizadas, en la segunda se describen los procedimientos y programas usados para el procesamiento de la información. En la tercera y cuarta partes se muestra la distribución espacial de cada parámetro analizado y la caracterización climática de las variables océano-atmosféricas sobre la Cuenca del Pacífico y el Caribe Colombiano. Por último, se presenta un listado de bibliografía que sirvió de base para la búsqueda de las fuentes de información y la descripción de las variables de cada región.

## 2. BASES DE DATOS DISPONIBLES EN INTERNET

Se consultaron diversas bases de datos existentes en Internet, de las cuales se analizaron las siguientes variables:

- Precipitación ( $\text{kg/m}^2$ )
- Presión Atmosférica (hPa)
- Temperatura del Aire ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Velocidad (m/s) y Dirección del Viento ( $^{\circ}$ ) Superficial
- Temperatura Superficial del Mar ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Radiación ( $\text{W/m}^2$ )
- Nivel del mar (m)

En la selección de las fuentes de información, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Que la información tuviera una resolución espacial no mayor a  $1.0^{\circ}$ , debido a que el área de las regiones de estudio (Caribe y Cuenca del Pacífico Colombianos) no son muy extensas y una resolución espacial mayor mostraría variables muy suavizadas.
- Que la resolución temporal fuera mensual y cubriera el período 1971 - 2000, ya que para la determinación de la climatología de regiones que se encuentran bajo la influencia de fenómenos océano – atmosféricos de largo período como El Niño-Oscilación Sur (ENOS), la Oscilación Atlántico Norte (OAN) y la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP), entre otros, se sugiere este período.

### 2.1. Base de datos ICOADS ( $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ )

Fuente: <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.coads.1deg.html>

La base de datos ICOADS (International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set) es la colección más extensa de información marítima superficial disponible para el océano mundial durante los dos últimos siglos. Su cobertura temporal está dada en valores mensuales desde enero de 1960 hasta mayo

de 2007. Su cobertura espacial se presenta tanto en longitud como en latitud en 1°x1°, siendo la malla global (180x360) en 89.5N - 89.5S, 0.5E - 359.5E.

Las variables que se encuentran en esta base de datos, con la respectiva nomenclatura utilizada en ella son: Temperatura Superficial del Mar (S), Temperatura del Aire (A), Viento Escalar (W), U-viento (U), V-viento (V), Presión sobre el Nivel del mar (P), Nubosidad (C), Humedad Relativa (R).

El registro histórico de datos superficiales marítimos, cubre actualmente más de 200 años y es mantenido por el proyecto ICOADS. Este proyecto es el resultado de un esfuerzo cooperativo entre la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), el National Environmental Satellite, Data, and Information (NESDIS), el National Climat Data Center (NCDC), el Earth System Research Laboratory (ESRL) y el National Center for Atmospheric Research (NCAR).

Los datos marítimos globales observados principalmente por barcos entre 1784 y 2007 (período de registro actualmente disponible), han sido colectados, corregidos, y resumidos estadísticamente a nivel mensual. ICOADS proporciona un estándar de comparación a los registros meteorológicos y oceanográficos recopilados diariamente. Las variables medidas han sido utilizadas en estudios globales y regionales de balance de calor, ENOS, OAN, calibración de datos de satélite, pesquerías sostenibles, circulación del océano en 4 dimensiones, dinámica, morfología costera, nivel del mar, intercambio de calor océano-atmósfera y otros.

Los datos están disponibles en formato ASCII o netCDF estandarizado y pueden ser obtenidos por medio de solicitud directa en línea de acuerdo con la zona, variable y periodo de registro requeridos; también son almacenados en un formato binario y su utilización es accesible por medio de un programa en Fortran.

## 2.2. BASE DE DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS 1.

Fuente: <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.surface.html>

El proyecto Reanalysis NCEP/NCAR es producto del esfuerzo conjunto entre los Centros de Investigación climática y Ambiental "Nacional Centers for Environmental Prediction NCEP - Nacional Center for Atmospheric Research NCAR". El objetivo es producir estudios climatológicos usando datos históricos desde 1948 hasta la actualidad y también análisis del estado del tiempo y de la circulación atmosférica del Climat Data Assimilation System (CDAS).

La cobertura temporal de la información es diaria y mensual desde el primero de enero de 1948 hasta la fecha. A nivel espacial se maneja una malla global de (144x73) de 90N – 90S, 0E - 357.5E, con una resolución de 2.5 grados de latitud por 2.5 grados de longitud.

Los niveles analizados son de superficie o atmósfera entera.

Las variables medidas son: Temperatura del Aire, Agua Precipitada, Presión Atmosférica, Humedad Relativa, Presión Atmosférica sobre el Nivel del Mar, U-viento y V-viento. El agua precipitada es un archivo de 3D sobre una malla de 2.5 grados, pero no es un valor superficial, sino valores para la columna atmosférica completa.

### 2.3. BASE DE DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS MONTHLY MEANS AND OTHER DERIVED VARIABLES

Fuente: <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.derived.surfaceflux.html>

Su cobertura temporal es de valores diarios y mensuales desde enero de 1948 hasta la actualidad. La cobertura espacial es la T62 Malla Gaussiana (192x94) 88.542N - 88.542S, 0E - 358.125E. La variable es la radiación de onda corta en superficie.

Hasta hace poco tiempo, la meteorología ha tenido que recurrir a análisis que apoyen el pronóstico en tiempo real. Estos análisis resultan tan heterogéneos a través del tiempo que han debido hacerse grandes mejoras en los sistemas de asimilación de datos. Estas mejoras han producido cambios aparentes en el clima, incluso en cantidades fundamentales como la fuerza de la célula de Hadley, a consecuencia de los cambios en los sistemas de asimilación de datos.

La calidad y utilidad de los re-análisis deberían resultar superiores a los análisis originales del NCEP, ya que el estado del arte de la asimilación de datos utiliza más observaciones y por tanto, el control de calidad ha sido mejorado en el procedimiento de asimilación modelo-datos y permanecerá esencialmente sin alteración durante el proyecto.

El modelo incluye parametrizaciones de todos los procesos físicos principales, es decir radiación (incluso el ciclo diurno e interacción con nubes), convección, precipitación en gran escala, convección somera, física de la capa límite, hidrología superficial interactiva, fricción de onda de gravedad, y la difusión vertical y horizontal.

El Control de Calidad Complejo (CCC) es usado para comprobar las alturas del sondeo de viento y temperaturas por consistencia. El CCC calcula residuales de varios controles independientes (es decir calcula la diferencia entre una observación y el valor esperado para aquella observación de cada control), y luego usa estos residuales para aceptar, rechazar o corregir datos. El CCC incluye varios controles usados operacionalmente, incluso un control hidrostático, control de incremento y control de interpolación horizontal y vertical.

Un control de línea de fondo es usado para determinar errores y cambios de la posición de la estación. Un control de interpolación temporal, no usado operacionalmente, también se realiza en el reanálisis. Las estadísticas muestran que este control es comparable al control de incremento, y es en particular útil cuando la primera conjetura (control de incremento de la primera aproximación) no está disponible. En la actualidad, aproximadamente el 7 % de las observaciones de sondas tienen al menos un error. Aproximadamente el 75 % de los errores hidrostáticamente detectables son corregidos, y el 60 % de los errores de línea de fondo son corregidos.

El Control de Calidad de Interpolación Óptimo (CCIO) es un procedimiento de proyección final para observaciones usadas en la asimilación. El CCIO detecta datos con errores gruesos generados por instrumentos, personal o comunicaciones y los excluye de la asimilación. El CCIO también comprueba observaciones con errores de gran representatividad, es decir observaciones que parecen exactas, pero que representan escalas espaciales y temporales imposibles de resolver en el sistema de asimilación. Existen 3 criterios que rigen al CCIO: (1) utilización de interpolación estadística tri-dimensional multivariada para controles de estaciones vecinas (es decir. obtener la comparación valorada para cada observación de puntos de grilla vecinos), (2) uso de componentes de control de calidad independientes

que colectivamente sugieren si los errores existen en una observación, y (3) uso de una decisión "no jerárquica" haciendo un algoritmo en el cual las decisiones finales de aceptación o rechazo de datos son tomadas sólo después de que todos los controles se han completado.

Antes de que el módulo de reanalysis (que consiste en el análisis, el modelo y el control de calidad) sea ejecutado, el preprocesador de datos reformatea los datos que vienen de diversas fuentes en el formato de BUFR (formato binario universal de representación de datos meteorológicos). Este permite la detección de problemas del formato de datos. El preprocesador incluye un sistema especial de satélite para monitoreo de datos de sondeos del TIROS Operational Vertical Sounder (TOVS) el cual es necesario para el control de calidad del archivo del National Environmental Satellite Data and Information (NESDIS). El sistema de Control de Calidad Complejo (CCC) es usado en el preprocesador, pero sin el uso del primer valor de aproximación. Un sistema de monitoreo automático ha sido desarrollado para verificar la salida del reanalysis cada mes usando pruebas climatológicas y estadísticas para cada mes.

#### 2.4. NCEP-DOE REANALYSIS 2:

Fuente: <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis2.surface.html>

La cobertura temporal es de valores diarios y mensuales desde el primero de enero de 1979 hasta el primero de diciembre del 2005. La cobertura espacial es de 2.5 de latitud por 2.5 grados de longitud, con una malla global de (144x73) 90N – 90S, 0E - 357.5E. La variable que contiene es la altura de superficie libre dada en metros.

El Reanálisis 2 de NCEP-DOE es una versión mejorada del modelo de reanalysis 1 NCEP en el cual se corrigen los errores y se actualizan las parametrizaciones de los procesos físicos. En este programa se tienen que incorporar mejoras como una resolución horizontal y vertical más alta, una asimilación directa de datos de radiación, el uso (apropiado) de datos del Spatial Sensor of Microwave/Imager (SSM/I) y la asimilación de datos de precipitación.

#### 2.5. THE CISL RESEARCH DATA ARCHIVE (RDA)

Fuente: <http://search.dss.ucar.edu/cgi-bin/dssearch?words=ds314.0>

La variable que se encuentra en esta base de datos es la radiación de onda corta que cae a la superficie terrestre, dada en  $W/m^2$ .

El conjunto de 50 años de datos de valores meteorológicos globales para el modelamiento de la superficie de la Tierra ha sido desarrollado para ser usado en modelos hidrológicos de superficie. El conjunto de datos se construyó a partir de la combinación de una serie de datos de observación global y el reanalysis NCEP/NCAR.

Analizando las tendencias de la precipitación del reanalysis y las de la meteorología de la superficie cercana, se ha detectado un efecto erróneo sobre el modelamiento del agua superficial continental y de los balances de energía, estos errores son corregidos usando conjuntos de datos observados de precipitación, temperatura del aire y radiación. También se hacen correcciones a las estadísticas diarias de precipitación de la precipitación del reanalysis, las cuales han sido introducidas para exponer un supuesto patrón de ondas en el invierno de latitudes altas.

La precipitación es desintegrada en el espacio de 1.0 grado por reducción estadística utilizando las relaciones desarrolladas con el producto diario del Global Precipitation Climatology Project (GPCP). La división en el tiempo desde un día hasta 3 horas es llevada a cabo del mismo modo, usando el conjunto de datos de tiempo real de 3 horas de la Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM).

Otras variables meteorológicas como la radiación de onda corta descendiente y la radiación de onda larga, la humedad específica, la presión atmosférica superficial y la velocidad de viento, son disminuidas en su escala espacial teniendo en cuenta los cambios de elevación. El conjunto de datos es evaluado versus el conjunto de datos corregido del segundo Global Soil Wetness Project (GSWP-2). El producto final proporciona un conjunto de datos de largo período global, que contiene variables meteorológicas de superficie que pueden ser utilizadas para modelos de procesos terrestres hidrológicos y ecológicos para el estudio de la variabilidad estacional e interanual y para la evaluación de modelos acoplados y otros esquemas de predicción de la superficie de la tierra.

## 2.6. WOCE SATELLITE DATA

Fuente: [http://podaac.jpl.nasa.gov/woce/woce3\\_topex/](http://podaac.jpl.nasa.gov/woce/woce3_topex/)

La variable contenida en esta base de datos es la altura superficial del mar en metros. La cobertura temporal es de 5 días desde octubre de 1992 hasta diciembre del 2001. La cobertura espacial es de 1 grado de latitud por 1 grado de longitud, en una malla global.

TOPEX/POSEIDON fue una misión altimétrica que medía la altura de onda significativa, la superficie media del mar, sigma, y todos los parámetros necesarios para calcular anomalías de la altura de la superficie del mar. Fue lanzado el 10 de agosto de 1992 y comenzó a coleccionar datos el 25 de septiembre de 1992 (en el ciclo 1). El último ciclo del TOPEX/POSEIDON fue el 481 (el 8 de octubre del 2005). TOPEX/Poseidon tenía una exactitud de órbita de 4.2 cm. La lista de los ciclos de TOPEX/Poseidon por fechas está disponible en: [sea\\_surface\\_height](#), el cual es un directorio que contiene datos de altimetría.

## 2.7. DATASET ID: ERDTASSH1DAY

Institución: NOAA CoastWatch, West Coast Node

Fuente: <http://coastwatch.pfel.noaa.gov/erddap/griddap/erdTAssh1day.html>

La variable de esta base de datos es la altura superficial del mar en metros con una cobertura espacial de 0.25-grado de malla global. La cobertura temporal es de 7 días desde octubre de 1992 hasta diciembre de 2008.

Es un programa que tiene múltiples sensores: JASON-1, TOPEX/POSEIDON, ENVISAT, GFO, ERS 1/2, GEOSAT

La NOAA CoastWatch proporciona la medición de la desviación de la altura de la superficie del mar obtenida del programa AVISO. El AVISO (Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data) es un programa que suministra un conjunto de datos de altimetría continuos de largo período combinando misiones altimétricas anteriores y actuales. La topografía superficial del océano es una medición importante para entender los procesos fundamentales que explican las corrientes oceánicas. Los centros de presión oceánica pueden direccionar las corrientes del océano de la misma forma en que los centros de presión atmosféricos conducen los vientos en la atmósfera.

La altura de la superficie del mar (Sea Surface Height) es la altura que se encuentra sobre la referencia de un elipsoide, es una aproximación simplificada de la superficie de la tierra. La SSH es calculada como la diferencia entre la altitud del satélite encima del elipsoide y el rango corregido del satélite (o sea la distancia entre el satélite y la superficie del océano medida por el altímetro del satélite). Los datos son recibidos y procesados a datos de altimetría para cada satélite individual, y luego son combinados. Los datos son proporcionados una vez cada 7 días, aunque las medidas pueden ser tomadas hasta 3 días antes o después de la fecha que se muestra en los datos.

La SSH combinada es calculada como el promedio ponderado de las mediciones de varios satélites de diferentes misiones satelitales, las más precisas son utilizadas como referencia para las misiones con mayor error. El procesamiento es demorado hasta lograr la mejor calidad de los datos, para ello se cuenta con una ventana de tiempo centrada en las calibraciones del satélite y usando una posición orbital más precisa.

## 2.8. WORLD OCEAN ATLAS 2005 (WOA05)

Fuente: [http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA05/pr\\_woa05.html](http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA05/pr_woa05.html)

Los datos hidrográficos históricos analizados objetivamente del océano global del Atlas del Océano Mundial NODC estadounidense 2005 son proporcionados en el formato de colección ODV, listo para ser usado con el software de visualización y análisis Ocean View.

Los datos de WOA05 están disponibles con una resolución de  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  en malla global. Las variables tomadas de esta base de datos son: Temperatura del mar en  $^{\circ}\text{C}$  y Salinidad en psu.

Los datos son proporcionados en las siguientes profundidades estándares (en m): 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500.

El Atlas del Océano Mundial 2005 (AOM05) es un conjunto de campos climatológicos in situ con una malla de  $1^{\circ}$  analizados objetivamente, con información de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, la utilización de oxígeno aparente, la saturación de oxígeno, fosfato, silicato, y nitrato en profundidades estándares de períodos anual, estacional, y mensual para el Océano Mundial. Esta base de datos también incluye campos estadísticos asociados a perfiles oceanográficos observados, interpolados a profundidades estándares tanto en una malla de  $1^{\circ}$  como en una malla de  $5^{\circ}$ .

La estadística de las variables mencionadas de malla de  $1^{\circ}$  de longitud y latitud de las profundidades estándares incluyen:

- Número de observaciones cada  $1^{\circ}$
- Promedio de todas las observaciones cada  $1^{\circ}$ ,
- Desviación estándar de todas las observaciones cada  $1^{\circ}$
- Error estándar del promedio de todas las observaciones cada  $1^{\circ}$
- Número de puntos de la malla que contienen datos dentro de la región de influencia que rodea a cada punto de la malla usado para el análisis objetivo.
- Diferencia entre el valor observado en  $1^{\circ}$  y el valor analizado objetivamente cada  $1^{\circ}$
- Valor estacional o mensual objetivamente analizado menos el valor anual climatológico.

### 3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información obtenida de diferentes bases de datos tiene el formato binario netCDF estandarizado. Los archivos conseguidos en las páginas web nombradas en el capítulo anterior contienen datos de precipitación ( $\text{kg/m}^2$ ), presión atmosférica (hPa), temperatura del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ), velocidad (m/s) y dirección ( $^{\circ}$ ) del viento superficial, temperatura superficial del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ), radiación ( $\text{W/m}^2$ ), nivel del mar (m) y altura de superficie libre del mar (m) a nivel mundial.

De la malla global de información se selecciona la zona de interés, para cada una de las variables y para el periodo de análisis. Además se transforman los datos del formato binario netCDF a formato ASCII, usando el siguiente procedimiento:

1. Con ayuda del software GrADS se recorta la información para la zona del Pacífico y el Caribe colombianos. La Cuenca del Pacífico está localizada entre las coordenadas geográficas  $1^{\circ}30'$  hasta  $6^{\circ}30'$  de latitud Norte y  $77^{\circ}45'$  hasta  $84^{\circ}30'$  de longitud Oeste. El Caribe Colombiano corresponde a las coordenadas geográficas  $8^{\circ}30'$  hasta  $16^{\circ}30'$  de latitud Norte y  $69^{\circ}$  hasta  $82^{\circ}$  de longitud Oeste. El script utilizado para tal efecto, es el "lats4d.gs", disponible en Internet en la página <http://www.iges.org/grads/users.html>,
2. La información recortada es convertida del formato netCDF al formato ascii introduciendo los archivos de cada variable en el software HDFView. Este software está disponible en la página web: <http://www.hdfgroup.org/hdf-java/html/hdfview/index.html>. Los archivos resultantes se copian en Excel para su tratamiento posterior.

A partir de los archivos Excel se determinan los promedios climáticos del período 1971-2000 para las variables: precipitación, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento superficial, temperatura del aire, temperatura superficial del mar, radiación, nivel del mar y altura de superficie libre del mar. Posteriormente, los promedios climáticos de todas las variables para el Pacífico y el Caribe Colombiano se graficaron en el software Surfer 8, para obtener los mapas promedio de cada variable.

### 4. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE VARIABLES OCÉANO- ATMOSFÉRICAS SOBRE LA CUENA DEL PACÍFICO COLOMBIANO

#### 4.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

En una columna de agua los intercambios de calor, salinidad y cantidad de movimiento ocurren únicamente en la capa superficial, que presenta un espesor máximo de 200 metros. La temperatura del mar en la capa superficial es la más alta debido a que el flujo de calor proviene de la atmósfera. En la Cuenca del Pacífico Colombiano (CPC) este flujo de calor es máximo, debido a su localización sobre la Zona Ecuatorial (ZE).

Las pequeñas amplitudes estacionales de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la capa superficial de la ZE no sobrepasan los  $2$  y  $3^{\circ}\text{C}$  (Doronin, 1986). Los factores generales que ocasionan la formación de los regímenes hidrodinámicos y termohalinos en la ZE son la radiación solar, la distribución del viento,

la precipitación, la intensidad de los aportes fluviales en las desembocaduras de los ríos y las variaciones de las corrientes de Humbolt y la contracorriente Ecuatorial (CCE) (Bubnov, 1990).

En la CPC predominan vientos planetarios, determinados por el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), los cuales forman masas de agua superficiales con características similares. Las masas de agua en el Pacífico colombiano forman parte del sistema de corrientes del Pacífico Oriental, entre las cuales están:

- La corriente Ecuatorial del Norte, que es alimentada por el agua del Pacífico Oriental Tropical y la corriente de California, que se desplazan hacia el oeste a nivel de los 12°N.
- La contracorriente Ecuatorial (CCE), que se manifiesta con mayor intensidad de mayo a diciembre, proviene del Pacífico Central 140° W y se desplaza entre los 4 y 11°N hacia las aguas tropicales del Pacífico Oriental. Al Este de los 90°W la CCE se bifurca, parte se vuelve hacia el norte y noreste, donde se integra al sistema de circulación de Costa Rica y Panamá; y parte toma rumbo sur y oeste entrando en el sistema de la corriente Ecuatorial del Sur (Wyrski, 1965). Durante febrero hasta abril, esta corriente disminuye temporalmente y los vientos Alisios del Noreste se intensifican, permitiendo la entrada de aguas tropicales a la CPC.
- La corriente de Humboldt, conocida también como la corriente del Perú, caracterizada por sus aguas frías, se presenta para la época de verano, comprendida de mayo a noviembre. Esta marca el inicio del cambio de estación fría, ya que cuando sus aguas llegan a las costas de Ecuador y Colombia se produce una disminución en la Temperatura Superficial del Mar y del aire. Esta corriente fluye de sur a norte, proveniente de los 40 a 45° latitud sur.

Frente a las costas colombianas, en el área de Gorgona, el patrón general está dominado por un remolino ciclónico de forma elíptica. Su rama con dirección norte, a lo largo de la costa es la corriente de Colombia. Su rama con dirección sur abandona el golfo de Panamá en una dirección hacia el sur y el suroeste, desarrollándose con mayor fuerza de diciembre a abril. Durante este período, la mayor parte del agua que abandona el golfo de Panamá, toma rumbo oeste y se une a la circulación anticiclónica centrada cerca de los 5°N y 88°W.

Durante el resto del año, el remolino frente a Colombia se desarrolla más débilmente (Wyrski, 1963). La corriente de Colombia arrastra aguas de baja salinidad hacia el norte y a lo largo de la costa colombiana, permitiendo la entrada de aguas oceánicas con temperaturas más bajas, provenientes del frente ecuatorial de transición (Stevenson et al., 1970).

La primera pauta típica del sistema de circulación superficial se manifiesta de agosto a diciembre, cuando la CCE está desarrollándose totalmente y la corriente Ecuatorial del Sur es muy fuerte, especialmente al norte del Ecuador. Esta situación es la más estable y la que más perdura durante el año y se da cuando la ZCIT se encuentra a los 10°N.

La segunda pauta típica se da de febrero a abril, cuando la ZCIT se encuentra cerca de los 3°N. Se desarrollan dos remolinos frente a Centroamérica, uno ciclónico alrededor del domo de Costa Rica y el otro anticiclónico, alrededor de los 5°N y los 88°W. La corriente Surecuatorial es más débil y las corrientes al Este se manifiestan, ocasionalmente, cerca del Ecuador. La corriente del Perú es también, relativamente, más débil.

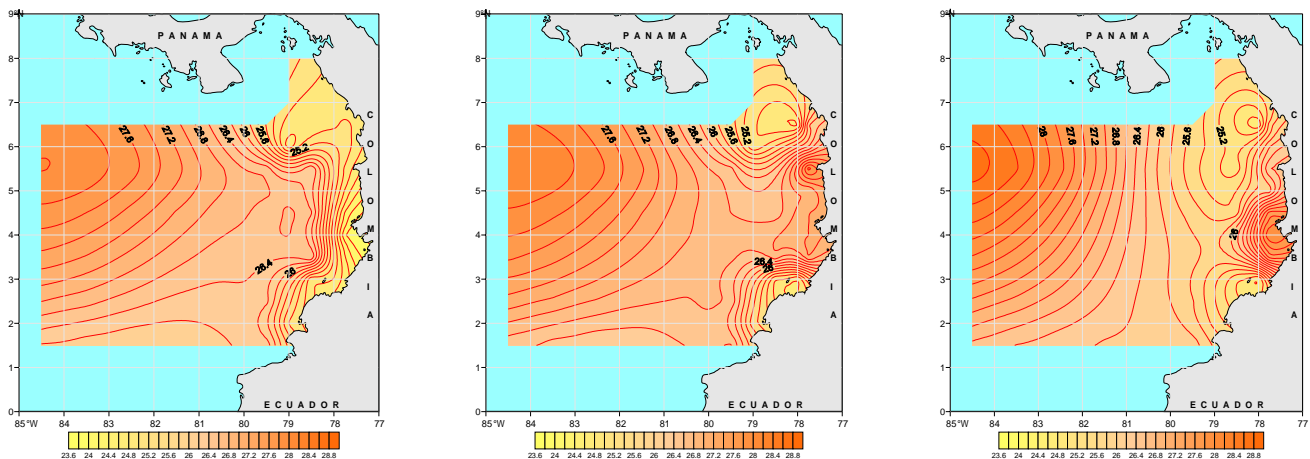
La tercera pauta típica de la circulación se desarrolla de mayo a julio, cuando la CCE se forma de nuevo, debido a que la ZCIT se encuentra cerca de los 10°N. La CCE fluye hacia el norte, penetrando en la corriente costera de Costa Rica que durante este período corre a lo largo de América Central hasta Cabo Corrientes, en Colombia. De julio a agosto, la corriente Ecuatorial del Norte es alimentada por las aguas del Pacífico Oriental Tropical (Wyrki, 1965).

Las condiciones de TSM para el mes enero (Fig.1) muestran que el agua de la CPC presenta bajas temperaturas a lo largo de la costa, con un valor mínimo de 23.8° C en los 4°N, y con valores mayores a éste en las partes norte y sur de la costa. La TSM desde la costa hacia el océano abierto aumenta sus valores gradualmente. Las aguas más cálidas de la CPC se presentan en el sector noroccidental (5° 35' N – 84° 30') con un valor de 28°C y en forma de lengua de aguas cálidas que penetran hacia el centro de la CPC.

En febrero las aguas cálidas que penetraban en forma de lengua desde el noroccidente rompen la barrera de las aguas frías al llegar a la costa central de la CPC. En este mes las aguas más frías se observan en las partes norte y sur de la costa. El núcleo en el norte se localiza entre los 78°05'W y 6°35'N con un valor de 24.78°C, en el sur entre los 78°05'W y 2°35'N con un valor de 24.76°C. En la costa la temperatura más alta es 27.86°C, la cual se registró en los 77°37'W y 5°25'N. La temperatura más alta en este mes es 28.17°C registrada en la parte abierta de la CPC en los 84°30'W y 5°30'N.

En marzo los valores mínimos de la TSM se observan en el norte y sur de la costa de la CPC. En el norte, el valor es 24.74°C ubicado entre los 78°05'W y 6°26'N y en el sur con valor 24.79°C entre los 78°W y 2°56'N. Las aguas de estos dos núcleos empiezan a unirse, aislando a un sector costero con aguas cálidas en la región entre los 77°35'W y 4°05'N con el valor de 27.93°C. Las aguas más cálidas en este mes se presentan en el sector oceánico entre los 84°30'W y 5°55'N con un valor de 28.68°C.

En abril las aguas más frías prácticamente se observan en las mismas posiciones del mes marzo con un aumento de temperatura en el norte entre los 78°05'W y 6°33'N (25.27°C) y en el sur entre los 77°59'W y 2°57'N (25.13°C). En la zona costera el área de aguas cálidas se ha ampliado, observándose un núcleo cálido de 28.46°C entre los 77°45'W y 4°N. El valor más alto de la TSM es igual a 28.9°C y se presenta en la parte abierta de la CPC entre los 84°30'W y 5°40'N. Las aguas cálidas del noroccidente se han desplazado hacia el centro y sur de la CPC ocupando mayor parte de la región.



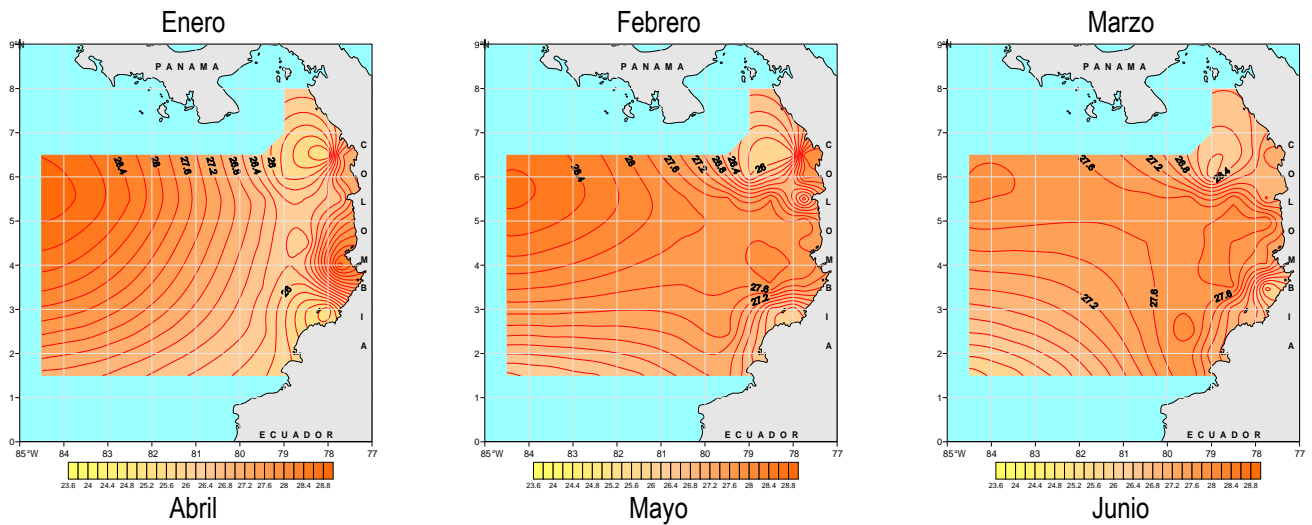
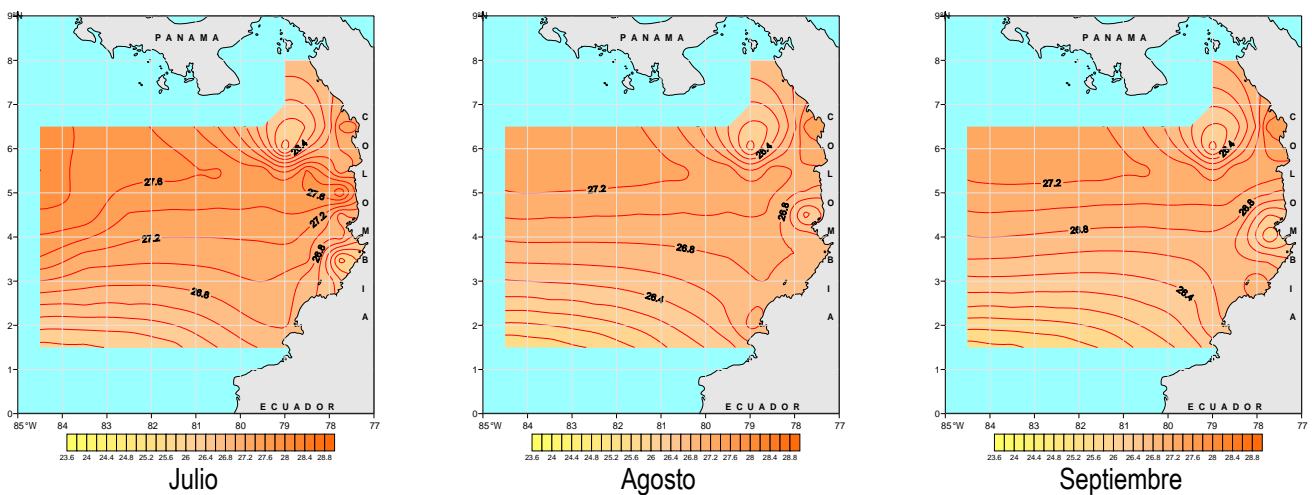


Figura 1. Temperatura del Mar en °C  
 Líneas iguales de Temperatura del Mar (isotermas) cada 0.2 °C

En mayo la lengua de aguas cálidas provenientes del noroccidente ya ha llegado a la costa creando una amplia zona limitada al sur por la latitud 3°N y al nororiente hasta los 5°30'N. Esta gran área de aguas cálidas permite visualizar dos núcleos de aguas frías, uno en el norte localizado entre los 78°W y 6°29'N con un valor igual a 25.91°C y otro en el sur, entre los 78°05'W y 2°57'N con un valor de 26.11°C. Además, en el norte de la costa se observan otros dos núcleos, uno localizado entre los 77°45'W y 5°30'N de aguas frías con un valor de 26.10°C y otro núcleo con aguas cálidas entre los 77°39'W y 6°29'N con un valor de 27.92°C. En el sector abierto de la CPC, las aguas más cálidas con un valor de 28.64°C se localizan entre los 84°30'W y 5°55'N y, las frías se ubican en el suroccidente de la CPC con el valor de 26.14°C.



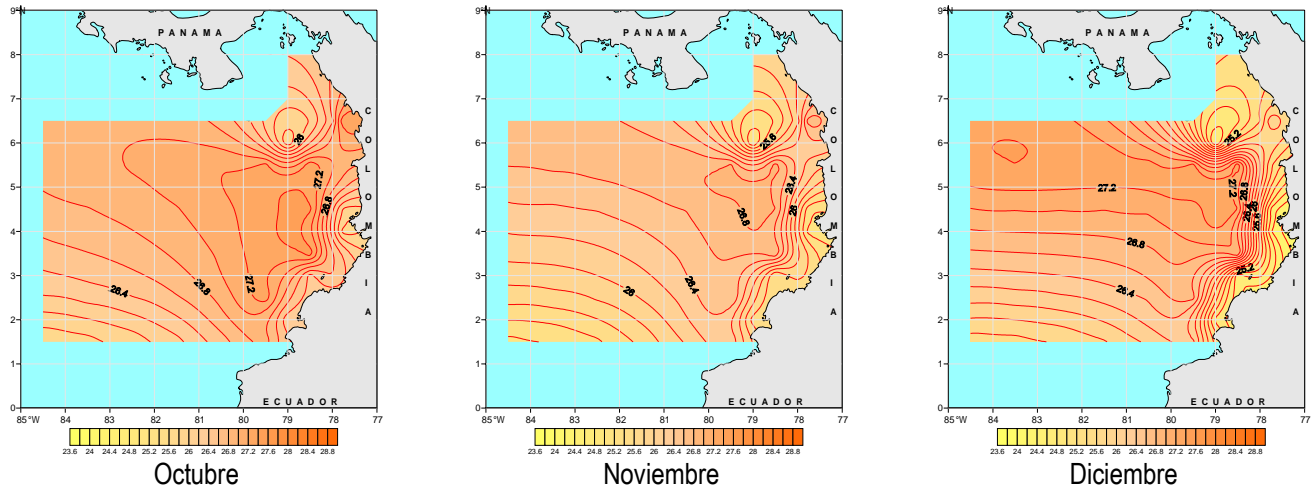


Figura 2. Temperatura del Mar en °C

— 27 — Líneas iguales de Temperatura del Mar (isotermas) cada 0.2 °C

En junio las aguas cálidas provenientes del noroccidente de la CPC terminan su aporte a la costa central entre los 3°40'N y 5°15'N y se desplazan hacia al sur de la CPC. El valor de la TSM en la costa es de 27.85°C siendo un poco mayor al que se encuentra en el sector de donde provienen las aguas cálidas con un valor de 27.82°C. Las aguas más frías en la CPC se observan en tres zonas, dos en la parte costera y una en el sector suroccidental de la CPC. El primer núcleo se ubica entre los 79°W y 6°N con un valor de 26.11°C, el segundo entre los 77°45'W y 3°28'N con un valor igual a 25.77°C, y el tercero entre los 84°30'W y 1°30'N con un valor igual a 25.69°C.

En julio (Fig.2) las aguas cálidas continúan en forma de lengua que se desplazan desde la parte noroccidental de la CPC con un valor de 28°C y terminan en la parte costera ubicando un núcleo cálido entre los 77°45'W y 5°N con un valor de 27.93°C. Las aguas cálidas que se desplazaban hacia el sur de la CPC en junio han desaparecido. Los núcleos de las aguas frías se ubican en tres puntos: el primero en la parte norte entre los 79°W y 6°N con un valor de 25.93°C, el segundo núcleo en la parte costera entre los 77°45'W y 3°30'N con un valor de 25.76°C y el tercero en el suroccidente de la CPC con un valor de 25.93°C.

En agosto el desplazamiento de la lengua de las aguas cálidas del noroccidente se ha debilitado alejándose de la costa. Por esta razón se observa en agosto una disminución de valores de TSM en forma general en todos los sectores de la CPC. En la costa, las aguas más cálidas se registran entre los 6°15' y 6°45'N con un valor de 27.28°C y en la parte noroccidental con un valor de 27.35°C. Las aguas más frías se observan en el norte de la CPC entre los 79°W y 6°N con un valor de 25.94°C, en la parte costera entre los 77°40'W y 4°30'N con un valor de 26.15°C y en el extremo del suroccidente de la CPC con un valor de 25.41°C.

En septiembre la distribución de la TSM es muy parecida a la del mes de agosto. Las aguas más cálidas se registran en la costa en la misma posición del mes anterior con un valor igual a 27.51°C, y en la parte noroccidental con un valor de 27.31°C. Las aguas más frías se observan en el norte de la CPC entre los

78°58'W y 6°N con un valor de 25.94°C, en la parte costera entre los 77°45'W y 4°02'N con un valor de 25.91°C y en el extremo suroccidental de la CPC con un valor de 25.3°C.

En octubre las aguas más cálidas se concentran en el sector central de la CPC acercándose a la costa entre los 78°55'W y 4°25'N con un valor de 27.48°C. Otro núcleo de aguas cálidas se observa en la parte norte de la costa entre los 77°35'W y 6°35'N con un valor de 27.37°C. Las aguas frías se observan en tres zonas: en la parte norte cercana a la costa entre los 79°W y 6°N con un valor de 25.69°C, en la costa entre los 77°35'W y 4°N con un valor de 25.74°C y en el extremo del suroccidente de la CPC con un valor de 25.64°C.

En noviembre las aguas cálidas tienen la misma posición que en el mes anterior, con el centro entre los 79°W y 4°45'N y un valor de 26.87°C. Este núcleo se conecta con aguas cálidas ubicadas en el noroccidente de la CPC con un valor de 26.6°C. Otro núcleo de aguas cálidas se encuentra en la costa entre los 77°40'W y 6°29'N con un valor de 26.69°C. Las aguas frías se ubican en las mismas posiciones del mes de octubre: en el norte de la CPC entre los 79°W y 6°N con un valor de 25.05°C, en el extremo suroccidental con un valor de 25.14°C y, en la costa, expandiéndose desde el centro hasta el sur, con un núcleo entre los 77°35'W y 4°N y un valor de 25.1°C.

En diciembre las aguas frías ocupan prácticamente toda la costa, dejando una pequeña parte que las divide entre los 5°45'N y 6°20'N. Un núcleo de aguas frías se ubica en el norte entre los 79°W y 6°N con un valor de 24.61°C, otro se registra desde el centro hacia el sur de la costa en los 4°N con un valor de 24°C. En el extremo suroccidental de la CPC se presentan aguas frías con un valor de 25.49°C. Las aguas cálidas otra vez forman una lengua que proviene del noroccidente de la CPC con una temperatura de 27.40°C y llega a los 78°30'W entre los 4° y 5°40'N.

En general se observa que, la TSM desde enero hasta mayo muestra un calentamiento de las aguas, desde mayo hasta noviembre se registra un enfriamiento y en diciembre nuevamente empieza un calentamiento.

La descripción realizada en forma general es acorde al estudio llevado a cabo por el IDEAM para el periodo 1998-2002, para el Pacífico Colombiano, en el cual, entre los meses de febrero, marzo y abril, la TSM muestra una oscilación entre los 26.5 y 27°C; se aprecia que desde mayo y durante el segundo semestre, la TSM disminuye notoriamente alcanzando valores entre a los 24.5 y 25°C y, en diciembre, la TSM inicia nuevamente un ascenso con respecto a los meses anteriores.

De acuerdo a un estudio realizado anteriormente en la CPC (Málikov, 2000) fueron determinadas las zonas homogéneas en la región por Análisis de Clúster, teniendo en cuenta las características de las masas de agua. Como resultado de este estudio, se establecieron siete zonas homogéneas en la superficie (Fig.3). Con base en los presentes datos para cada zona homogénea se determinó la oscilación anual de la TSM que se muestra en la Figura 4.

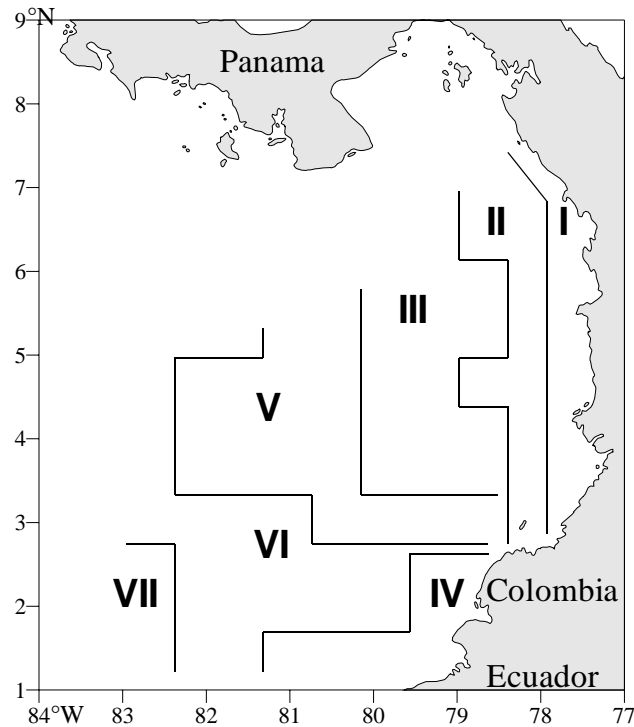
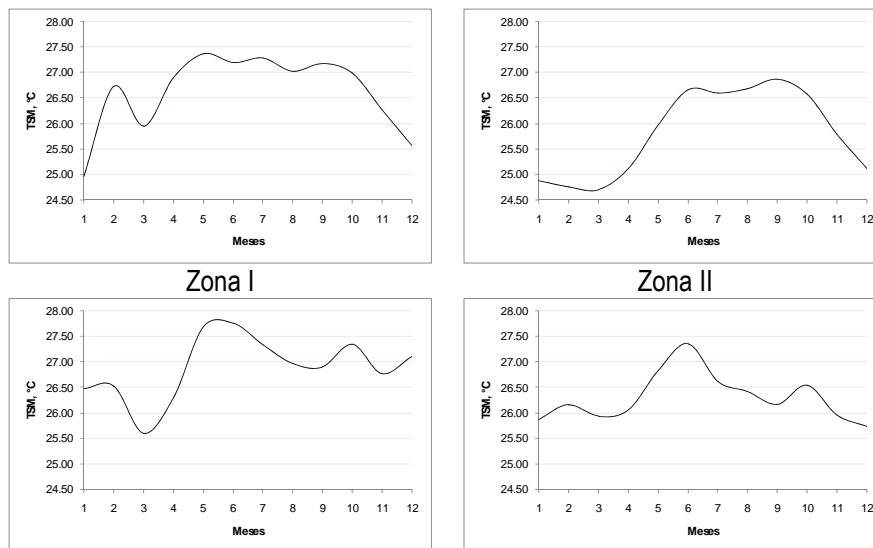


Figura 3. Zonas homogéneas en la Cuenca del Pacífico Colombiano  
Fuente: Málikov, 2000

El mínimo promedio anual de TSM se observa en la zona 2 con un valor de 25.81°C. El máximo promedio anual de TSM se registra en la zona 6 y es igual a 27.01°C. Observando las oscilaciones climatológicas de TSM para cada zona, es posible notar que la amplitud máxima se observa en la zona 1 con un valor de 2.4°C y la amplitud mínima se registra en la zona 5 con un valor de 1.47°C.



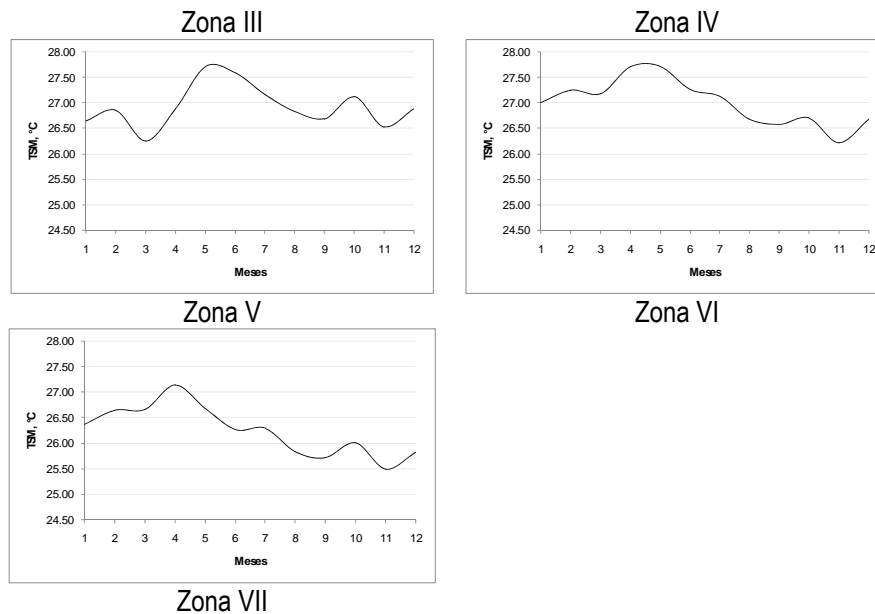


Figura 4. Oscilaciones anuales de TSM en °C que caracterizan a las zonas homogéneas de la CPC

El comportamiento de las oscilaciones de la TSM en todas las zonas no es muy claro, y por eso se puede hablar solamente de forma monomodal, aunque en algunas zonas se ve la forma bimodal. Según Devis et al. (2002), el comportamiento estacional de la TSM en la CPC es de tipo bimodal debido especialmente a la migración de la ZCIT que pasa sobre el lugar dos veces al año ZCIT, presentando dos mínimos y dos máximos durante el año.

Según Málikov (1998) y Villegas (2003) en las oscilaciones de TSM en las capas superficiales se observan dos máximos y dos mínimos de TSM. Desde la región costera hacia el sector central de la CPC los dos máximos son casi iguales y se observan en junio y diciembre. Los mínimos de TSM se observan de febrero a marzo y de septiembre a octubre. La diferencia de las capas superficiales de la región oceánica de la CPC con respecto a otras regiones radica en que el máximo de TSM observado de diciembre a enero es superior al de febrero a marzo, exceptuando la costa del sur.

En la figura 2, prácticamente en todas las zonas el máximo valor de TSM en el año se observa entre mayo y junio: en la zona 1 con un valor igual a 27.37°C, en la zona 3 es igual a 27.76°C, en la 4 igual a 27.36, en la 5 igual a 27.72°C, en la 6 igual a 27.71°C. La excepción se observa en las zonas 7, donde el máximo se presenta en abril con un valor igual a 27.15°C y en la 2, donde el máximo se registra en septiembre con un valor igual a 26.87°C. En esta zona 2, en junio, también se forma otro máximo con un valor de 26.66°C. Se podría hablar de un segundo máximo observado en octubre en las zonas 3 con un valor igual a 27.35°C, 4 con un valor de 26.54°C, 5 con 27.13°C y en la zona 7 con un valor de 26.01°C.

El mínimo del año se observa en marzo en las zonas 2 con un valor de 24.70°C, en la 3 con 25.59°C, en la 4 con 25.94°C y en la 5 con 26.25°C. En la zona 1 el mínimo se registra en enero con un valor de 24.97°C. En noviembre el mínimo se observa en la zona 6 con un valor de 26.22°C y en la 7 con un valor de 25.49°C. El segundo mínimo se detecta en la zona 1 en marzo con un valor igual a 25.95°C, en noviembre en la zona 3 con 26.77°C y en la 5 con 26.53°C.

## 4.2. SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR

En cuanto a la salinidad superficial del mar (SSM) se observa de manera generalizada una gran diferencia entre aguas costeras de bajas salinidades y aguas de regiones oceánicas con salinidades más altas. El cambio de salinidad en la capa superficial del mar en la zona costera del Pacífico Colombiano está influenciada por las precipitaciones y por el cambio de intensidad de los aportes de las desembocaduras de los ríos, cuya mezcla con el agua de mar se observa en la superficie del mar donde las oscilaciones son iguales.

Las condiciones de la SSM de acuerdo a los presentes datos para enero (Fig.5) muestran que el agua de la CPC presenta baja salinidad en la costa desde los 4°15'N hasta los 6°50'N, con un valor mínimo de 27.22 psu de allí se ve una distribución de las aguas con baja salinidad hacia al occidente de la CPC y después las aguas con salinidad baja con relación a las aguas abiertas se observan en noroccidente de la CPC con el valor mínimo de 31.6 psu. Las aguas más saladas se encuentran en la parte norte cercana a la costa con un núcleo en los 78°43'W-6°36'N con el valor de 33.66 psu y en el sur de la costa entre los 1°45'-2°50'N con el valor de 33.8 psu.

En febrero las aguas menos salinas que se encuentran en la costa ocupan territorios más al sur manteniendo la costa norte que dominaban en enero y, presentándose entre los 3° y 6°45'N con un valor mínimo de 27.9 psu. Esta agua menos salinas se desplazan desde la costa y se distribuyen gradualmente hacia el occidente de la CPC. Los núcleos de valores máximos de salinidad se encuentran en las mismas posiciones del mes de enero: en la parte norte con un núcleo en los 78°57'W-6°16'N con un valor de 33.78 psu y en el sur de la costa entre los 1°45'-2°55'N con un valor de 33.79 psu. Una región con aguas un poco menos salinas se observa en la parte suroccidental de la CPC con un valor de 33.17 psu. Aguas con una salinidad intermedia se observan en el centro de la CPC.

En marzo se observa un aumento general de la salinidad en toda la CPC. Los valores mínimos de salinidad se observan en la costa central con el núcleo en los 77°36'W-4°57'N de un valor de 29.59 psu. El aumento se registra en toda la CPC. En el noroccidente la salinidad es de 32.35 psu, en el sur se registran 33.52 psu, en el nororiente en el núcleo 78°54'W-6°20'N un valor de 33.92 psu y en el sur de la costa de la CPC en el núcleo 78°36'W-2°12'N, un valor de 33.89 psu.

En abril sigue el aumento de la salinidad en toda la CPC, pero se registra un mínimo de la salinidad en la costa central localizado en el núcleo a los 77°54'W-4°30'N de un valor menor con relación al de marzo correspondiente a 28.72 psu. En el noroccidente de la CPC la salinidad es de 32.7 psu, en el suroccidente es de 34.24 psu, en el nororiente es de 34.05 psu y en el sur de la costa de la CPC es también de 34.05 psu.

En mayo se observa un aumento de la extensión de las aguas menos saladas en la parte costera de la CPC así como se apreciaba en el mes anterior, encontrándose esta área entre los 3°25' y 6°45'N con un valor de 27.55 psu. En la parte central-occidental de la CPC la salinidad es de 32.96 psu, en el suroccidente es de 33.75 psu, en el nororiente con el núcleo en los 78°56'W-6°12'N el valor es de 34.08 psu y en el sur de la costa es de 34.18 psu.

En junio se presenta una disminución de la salinidad en la CPC y una distribución de las aguas menos saladas desde la costa central hacia al centro de la CPC. Estas aguas menos saladas de nuevo ocupan la costa central desde los 3°N hasta los 6°45'N con un valor mínimo de salinidad de 26.4 psu. La parte noroccidental tiene un valor de 33 psu, en la parte sur occidental es de 33.63 psu, en el nororiente de la CPC con el núcleo en los 78°57'W-6°38'N el valor es de 34.1 psu y en la costa sur de la CPC con el núcleo en los 78°25'W-2°31'N el valor es de 34.31 psu.

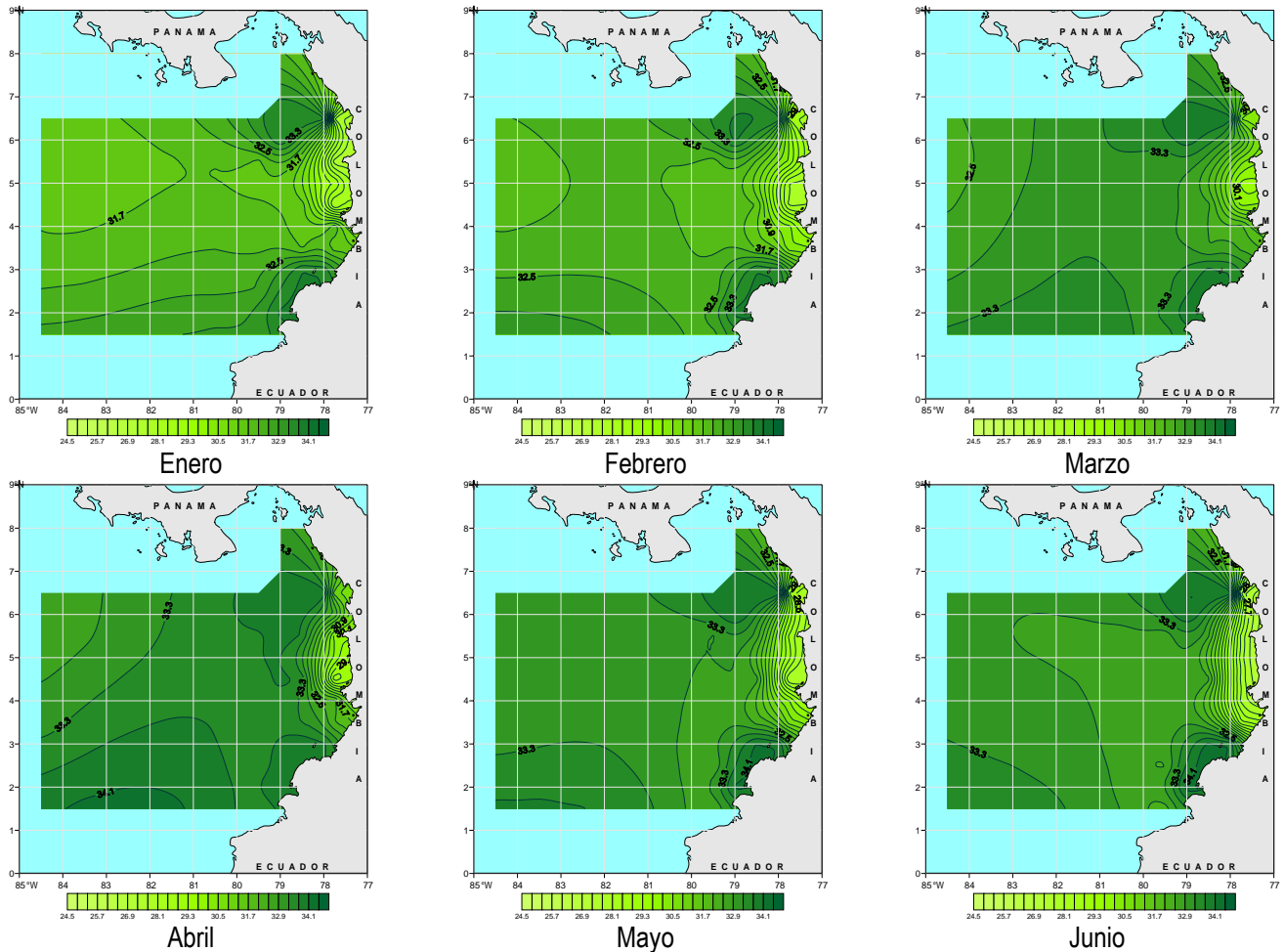


Figura 5. Salinidad Superficial del Mar, psu

33 Líneas iguales de Salinidad del Mar (isohalinas) cada 0.4 psu

En julio (Fig.6) las aguas menos saladas provenientes de la costa central aumentan su influencia en la parte central de la CPC y de allí hacia el norte. Las aguas de baja salinidad se encuentran entre los 3°N y los 6°56'N con el valor mínimo de 25.42 psu. Desde allí las aguas que se encuentran en el noroccidente tienen valor de 32.6 psu. La salinidad en el suroccidente tiene el valor de 33.48 psu. Los valores más altos de salinidad se observan en el nororiente en los 78°54'W-6°29'N con un valor de 34.04 psu y en el sur de la costa el valor mínimo es igual a 34.24 psu.

En agosto en la costa central de la CPC la zona de aguas con baja salinidad ocupa mayor territorio en la parte occidental, disminuyendo así la salinidad de la parte central y abierta de la CPC. Los extremos de baja salinidad en la costa central son iguales a los de julio, el valor mínimo es de 24.78 psu, y en el noroccidente de la CPC es de 32.77 psu. La salinidad en el extremo del sur occidente de la CPC es de 33.61 psu y las concentraciones máximas de la salinidad ocupan posiciones similares a las de los meses anteriores, en el nororiente, en el núcleo de los 78°48'W-6°34'N con un valor de 33.94 psu y, en el sur de la costa, con un valor de 34.18 psu.

En septiembre la distribución de la salinidad es muy parecida a la de agosto. En la costa, las aguas menos saladas se registran entre los 3°10' y 6°45'N con un valor de 24.94 psu y, en la parte noroccidental, con un valor de 32.76 psu. En el extremo del sur occidente de la CPC es de 33.36 psu. En el nororiente, el valor es de 33.80 psu y, en el sur de la costa, es de 34.23 psu.

En octubre la distribución de la salinidad es muy parecida a la de septiembre y tiene pequeños cambios en sus valores. En la costa, las aguas menos saladas tienen un valor de 25.56 psu y, en la parte noroccidental, el valor es de 32.24 psu. En el extremo sur occidente de la CPC es de 33.16 psu. En el nororiente el valor es de 33.65 psu y en el sur de la costa el valor es de 34.16 psu

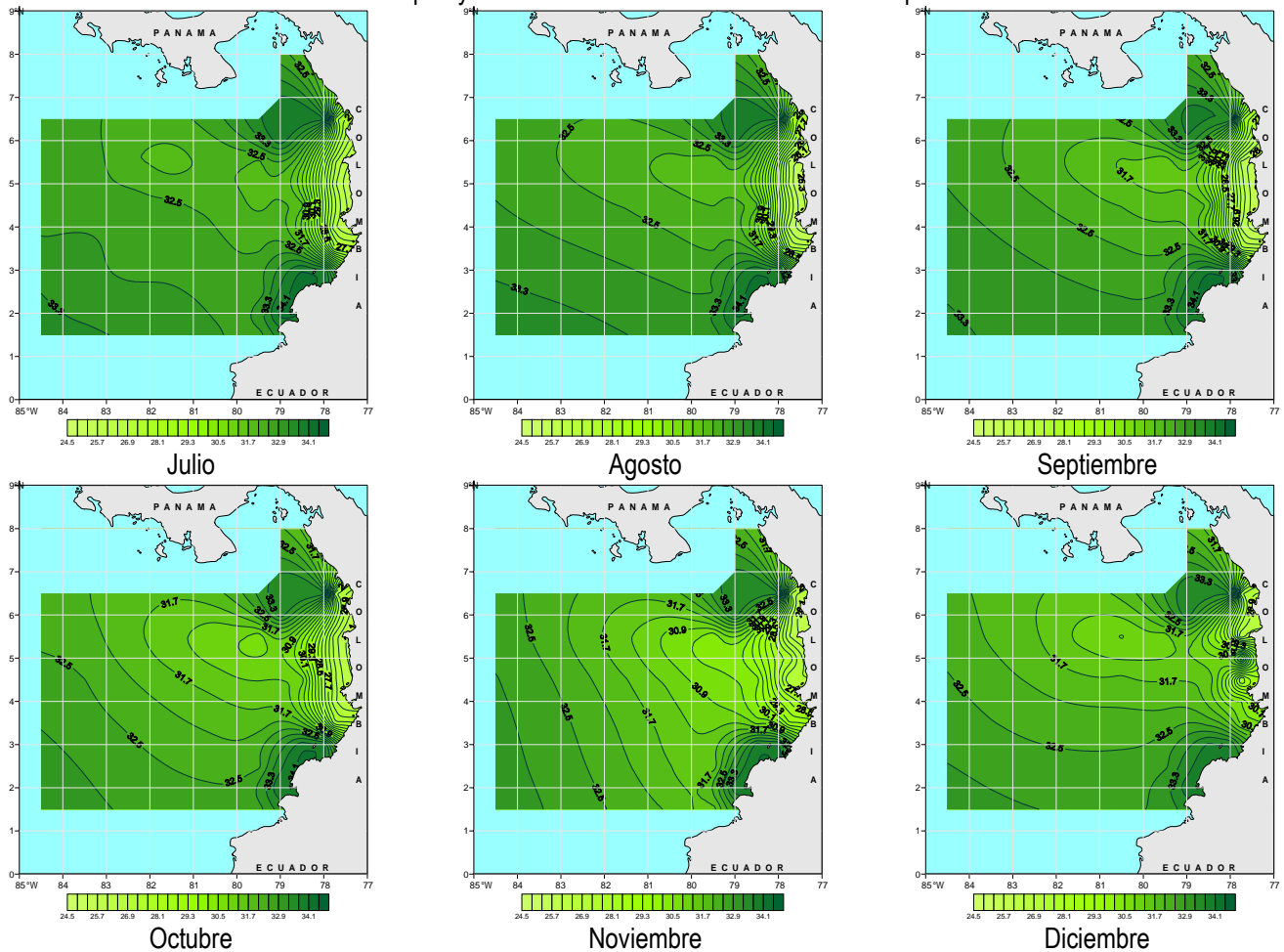


Figura 6. Salinidad Superficial del Mar, psu

33 Líneas iguales de Salinidad del Mar (isohalinas) cada 0.4 psu

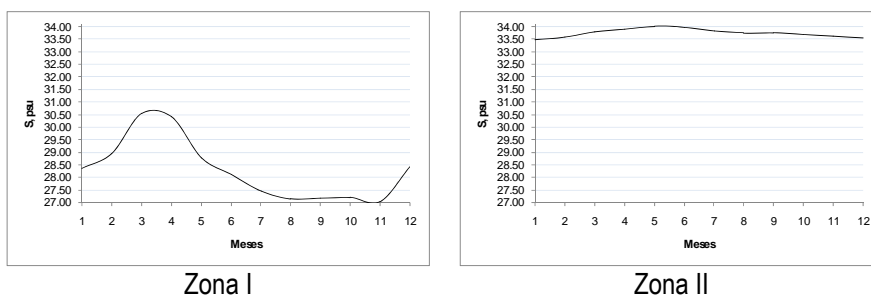
En noviembre las aguas con baja salinidad provenientes de la costa central se distribuyen hacia el centro y el occidente. Los límites de baja salinidad en la costa central se encuentra entre los 3°10'N y 6°40'N con un valor mínimo de 25.57 psu, en el noroccidente de la CPC el valor promedio es de 32.6 psu. La salinidad en el extremo del sur occidente de la CPC es de 32.1 psu. La salinidad es alta en el nororiente en el núcleo en los 78°48'W-6°32'N con el valor de 33.66 psu y en el sur de la costa con el valor de 34.14 psu.

En diciembre las aguas de salinidad baja que ocupaban la costa central, se divide ahora por un núcleo de salinidad relativamente alta, por eso, en la costa central se ven dos núcleos de salinidad baja: en la parte norte de la costa las aguas con salinidad baja ocupan desde los 5°25'N hasta los 6°40'N con un valor mínimo de 26.6 psu y, la otra área se localiza entre los 3°10'N y 4°45'N con el valor mínimo de 27.92 psu. El núcleo de mayor salinidad que se ubica entre las dos áreas de baja salinidad se localiza entre los 77°45'W-4°57'N con un valor de 32.6 psu. El valor de la salinidad en el extremo del noroccidente es de 32.12 psu, en el extremo del suroccidente es de 33.12 psu. Los núcleos con valores máximos de salinidad son los localizados en el nororiente con 33.56 psu y en el sur de la costa con 33.91 psu.

En general en toda la CPC se observa un aumento de salinidad desde enero hasta abril y, desde abril hasta octubre, la salinidad disminuye. Después, desde octubre hasta diciembre nuevamente empieza el aumento.

Los valores promedios anuales para cada zona homogénea (Fig. 7) muestran que la salinidad más baja se observa en la zona 1 con un valor de 28.30 psu. El valor promedio máximo de salinidad de todas las zonas se registra en la zona 2 igual a 33.75 psu.

La amplitud máxima de la oscilación anual de la SSM se registra en la zona homogénea 1 con un valor de 3.50 psu. La amplitud mínima se observa en la zona 2 con un valor de 0.52 psu.



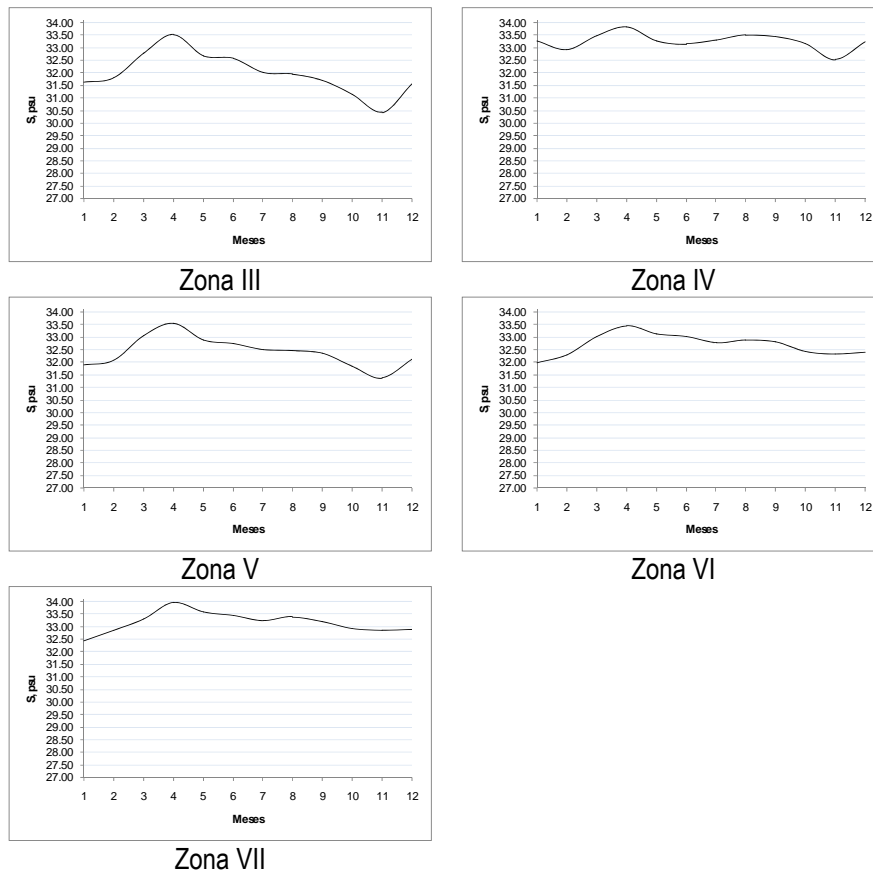


Figura 7. Oscilaciones anuales de SSM en psu que caracterizan a las zonas homogéneas de la CPC

En la 1 zona el máximo de la salinidad se registra en marzo con un valor de 30.54 psu y el mínimo en noviembre con un valor de 27.04 psu. En la zona homogénea 2 el máximo de SSM se aprecia en mayo con un valor de 34.02 psu y, el mínimo, se registra en enero con un valor de 33.50 psu. En la zona 3 el máximo se registra en abril con un valor de 33.53 psu y el mínimo en noviembre con un valor de 30.43 psu.

En la zona 4 se observan tres máximos de salinidad. El primero se registra en abril con un valor de 33.82 psu, el segundo en agosto, con un valor de 33.51 psu y, el tercero en enero con un valor de 33.26 psu. También en esta zona se registran tres mínimos. El primero se observa en noviembre con un valor de 32.53 psu, el segundo en febrero con un valor de 32.93 psu y el tercero en junio con un valor de 33.15 psu.

En la zona homogénea 5 la oscilación de la salinidad es muy parecida a de la zona 3 pero con los valores de salinidad un poco elevados con relación a la zona 3. El máximo de salinidad se observa en abril con un valor de 33.56 psu y el mínimo en noviembre con un valor de 31.38 psu.

En la zona 6 el máximo de salinidad, al igual que en las zonas 3 y 5, se registra en abril con un valor de 33.46 psu. El mínimo es en enero con un valor de 31.98 psu. En la última zona, la zona 7 la oscilación de

la salinidad es igual a la de la zona 6. El máximo de salinidad es en abril con un valor de 33.96 psu y el mínimo en enero con un valor de 32.44 psu.

En general se puede decir que los presentes datos si tienen coincidencia con los datos tomados por la Armada Nacional de Colombia (ARC), por ejemplo, en los datos de la ARC un máximo significativo de salinidad se presenta en febrero marzo y un mínimo en diciembre, con los cuales se observan otros máximo y mínimo pero menos representativos (Málikov, 1998).

Las aguas superficiales costeras tienden a ser menos salinas de abril hasta noviembre, aumentando su extensión superficial; de diciembre a febrero son de áreas más pequeñas y con salinidades más altas. Estas salinidades bajas concuerdan con lo establecido anteriormente sobre los meses más lluviosos del año (mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre). En la región de mezcla, las aguas conforman una estructura de salinidad más conservativa que en otros lugares, esta estructura tiene iguales oscilaciones en la capa 0-20 metros. En esta región la salinidad tiene un máximo en marzo abril y un mínimo en octubre (Málikov, 1998).

En la región oceánica el comportamiento varía de febrero a marzo, cuando las salinidades aumentan hasta su valor máximo; de abril a junio disminuyen; de agosto a septiembre aumentan su valor y de octubre a diciembre disminuyen nuevamente siendo noviembre el mes que presenta las salinidades más bajas (Málikov, 1998).

En general, la región Ecuatorial presenta máximos de salinidad en marzo y mínimos en diciembre (Bubnov, 1990 y Doronin, 1986), lo cual se aprecia en la capa superficial de la Cuenca del Pacífico Colombiano.

#### 4.3. TEMPERATURA DEL AIRE

La distribución de la Temperatura del Aire ( $T_a$ ) de la CPC en enero (Fig.8) muestra las temperaturas más bajas en la parte sur con el valor de  $24.82^{\circ}\text{C}$  y aumentan hacia al norte y noroccidente de la CPC gradualmente. En el extremo del noroccidente el valor máximo es de  $27.87^{\circ}\text{C}$ . En el norte de la parte costera también se registra un núcleo de valor máximo igual a  $28.1^{\circ}\text{C}$ .

En febrero se ve un aumento de la  $T_a$  con respecto a enero, aunque su distribución varía un poco. Los valores más bajos de  $T_a$  se observan en la parte sur oriental de la CPC y en el sur de la costa con el valor mínimo de  $25.9^{\circ}\text{C}$  y, desde allí hacia el noroccidente, la  $T_a$  aumenta teniendo un valor de  $28.52^{\circ}\text{C}$ . El núcleo que se observaba en enero en el norte de la costa tiene la misma posición en febrero y conserva el mismo valor  $28.1^{\circ}\text{C}$ .

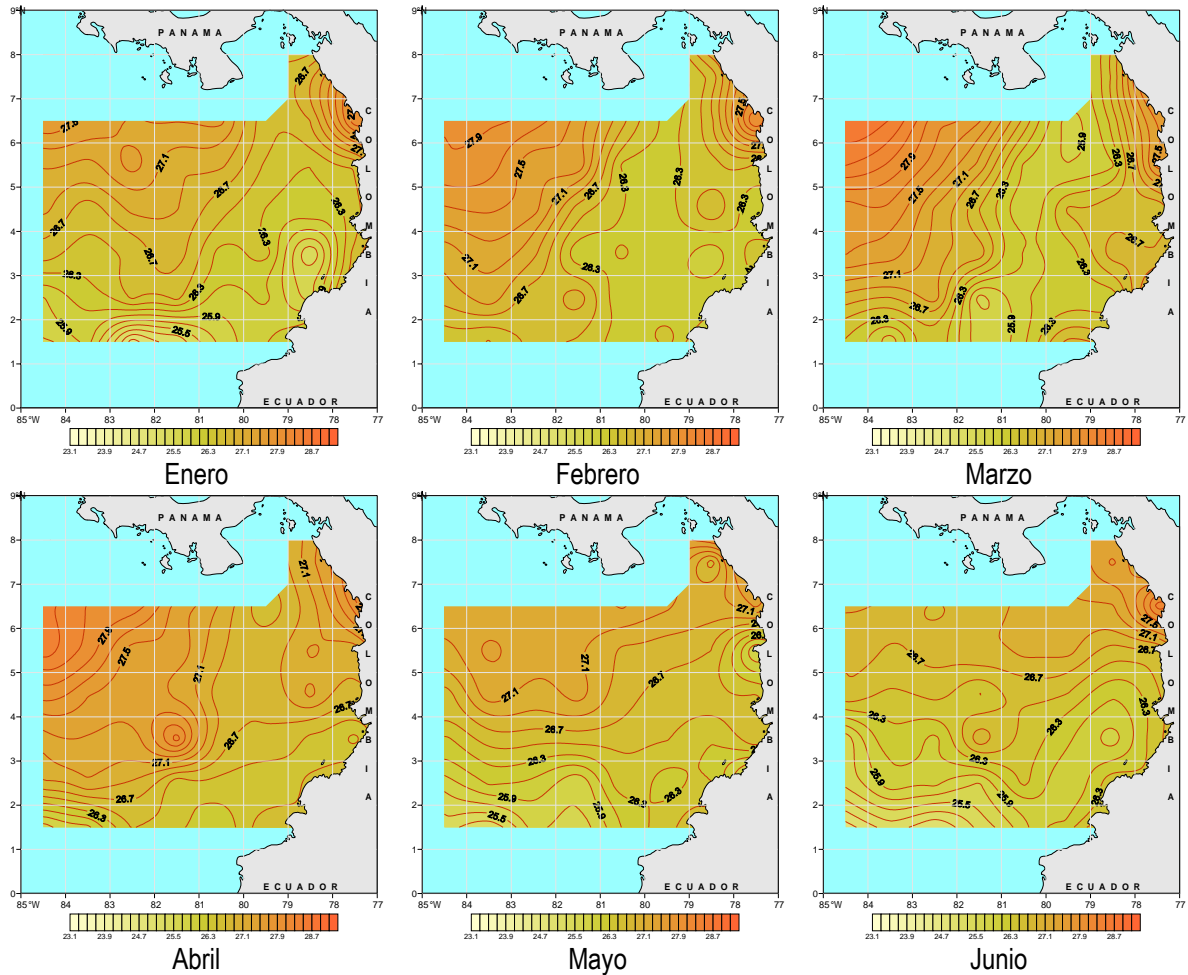


Figura 8. Temperatura del Aire sobre el Nivel del Mar, °C  
 ——— 27 ——— Líneas iguales de Temperatura del Mar (isotermas) cada 0.2 °C

En marzo la  $T_a$  aumenta sus valores tanto en toda la costa de la CPC como en la parte noroccidental. En la costa norte la  $T_a$  alta que se observaba en febrero, en marzo se desplaza tanto al norte como al sur de la región costera con un máximo de la  $T_a$  de 28.2°C. En la costa sur, la  $T_a$  también es más elevada con relación a la de febrero y el valor promedio es de 26.8°C. La  $T_a$  en el extremo del noroccidente es de 28.6°C. Las temperaturas del aire más bajas presentan una distribución diagonal desde suroccidente hacia el nororiente de la CPC y varían desde los 25.7°C en el suroccidente hasta 25.98°C en el nororiente.

En abril la  $T_a$  sigue aumentando sus valores. En la costa norte el máximo de la  $T_a$  es de 28.6°C, en la costa sur la  $T_a$  disminuye un poco con relación a la de marzo y es de 26.6°C. También en la parte central de la CPC se observa una leve disminución de la temperatura con relación a la de marzo. En el suroccidente de la CPC la temperatura es de 25.6°C, y en la parte nororiental la  $T_a$  se eleva un poco con relación a la de marzo y es de 26.6°C. La  $T_a$  en el extremo del noroccidente es de 28.5°C.

En mayo se ve una leve disminución de las temperaturas, en general las temperaturas más bajas se observan en el sur de la CPC y las más altas en el norte. En la costa norte el máximo de la Ta en promedio es de 27.6°C, en la costa central aparece un núcleo de Ta relativamente bajo con un valor de 25.7°C. En la costa sur de la CPC la Ta varía desde el norte hacia el sur desde los 25.7° hasta los 26.6°C. Se ve una disminución de la Ta en el suroccidente de la CPC y el valor es de 25.2°C. En la parte nororiental la Ta se eleva un poco con relación a la de abril y es de 26.8°C. La Ta en el extremo del noroccidente baja con relación a la de abril y es de 27.8°C.

En junio la distribución general de la Ta muestra las temperaturas más bajas en el sur de CPC y las más altas en el norte. La Ta más alta de la CPC se observa en el norte de la costa con el núcleo en los 6°35'N con un valor de 28.2°C, desde allí las temperaturas altas se distribuyen hacia al occidente con una leve disminución y, en el extremo de la CPC la Ta se registra un valor medio de 27.3°C. Sobre la costa central las temperaturas varían entre los 26.5°C en el centro y los 26.3°C en el sur de la costa. La Ta en el extremo del noroccidente es de 24.8°C, en el sector central del extremo noroccidental y la costa sur la Ta promedio es de 25.5°C.

En julio (Fig.9) en general se ve un enfriamiento de la Ta, las temperaturas más bajas se registran en el extremo del suroccidente de la CPC con un valor medio de 24.4°C y desde allí hacia al norte sigue el aumento de la Ta. En la costa sur la Ta es de 26.5°C, en la costa central la Ta varía desde los 25°C hasta los 26.5°C, en el norte de la costa el valor medio de la Ta es de 27.5°C. En el extremo del noroccidente la Ta promedio es de 27.2°C.

En agosto se ve un enfriamiento general de la Ta, las temperaturas más bajas se registran en el extremo del suroccidente de la CPC con un valor medio de 24°C y desde allí hacia a la costa norte (al nororiental) sigue el aumento gradual de la Ta donde el máximo de la Ta es de 27.2°C.

En septiembre el comportamiento general de la distribución de la Ta en la CPC es muy parecida al de agosto y sigue la disminución de la Ta. Las temperaturas del aire más bajas se registran en el extremo del suroccidente de la CPC con un valor medio de 23.5°C y desde allí hacia a la costa norte se ve el aumento gradual de la Ta donde el máximo de la Ta es de 26.2°C.

En octubre la distribución de la Ta sigue siendo el mismo, en el sur occidente quedan las Ta bajas y desde allí aumentan hacia el nororiental y los valores de la Ta registran un leve aumento con relación a septiembre. El valor de la Ta más baja se registra en el sur de la CPC y es de 23.7°C, el valor máximo de la Ta es de 26.6°C.

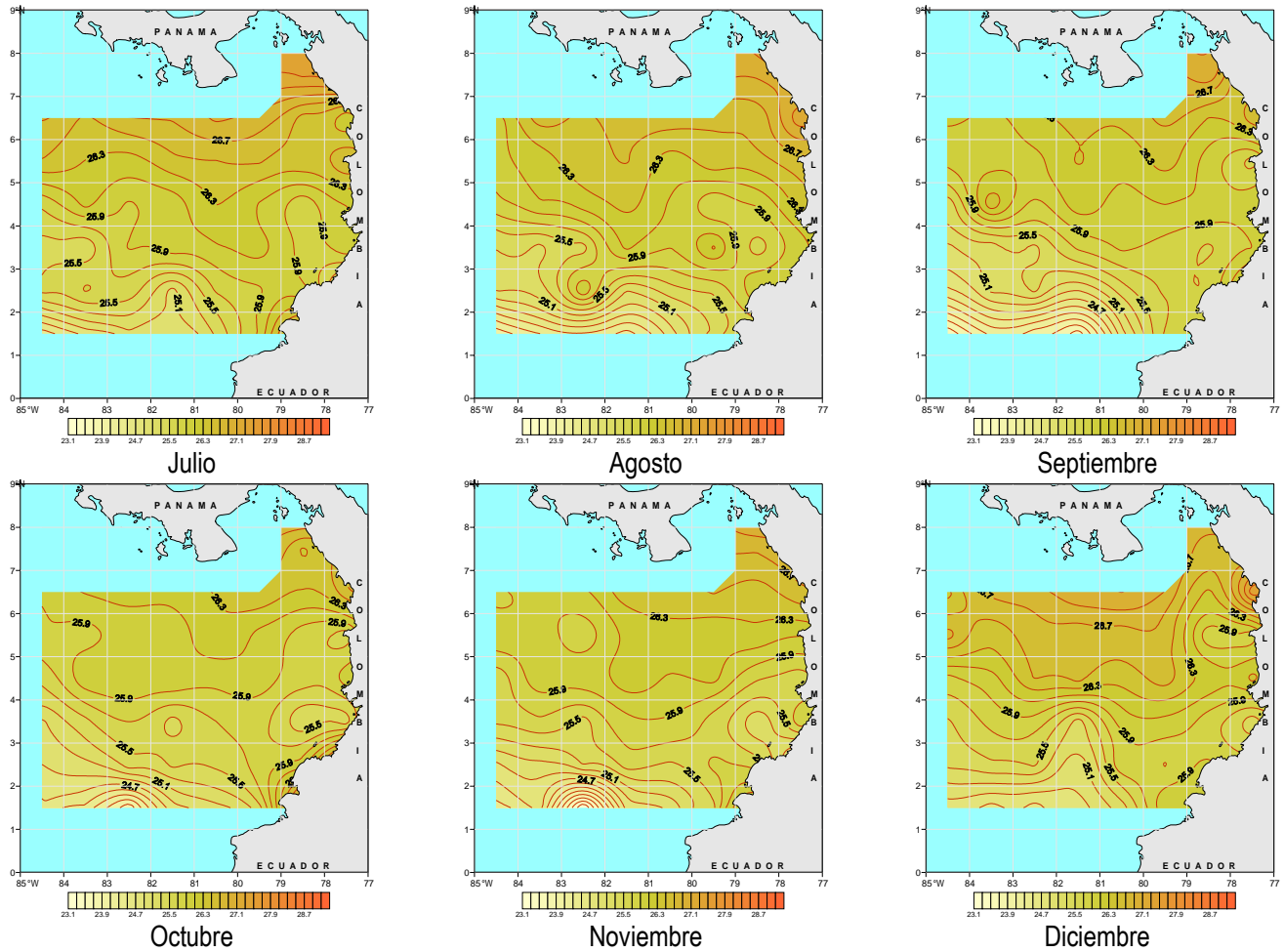


Figura 9. Temperatura del Aire sobre el Nivel del Mar, °C  
 ——— 27 ——— Líneas iguales de Temperatura del Mar (isotermas) cada 0.2 °C

En noviembre se ve un leve calentamiento de la temperatura del aire sobre la CPC. Los valores de la Ta siguen siendo más bajos en el sur de la CPC donde el valor más bajo es de 23.1°C y los valores altos se registran en el noroeste de la CPC con un valor promedio de 27°C.

En diciembre también se registra un leve calentamiento con relación a noviembre. Las temperaturas bajas se observan en la parte sur de la CPC con un valor promedio de 24.7°C, y aumentan sus valores hacia el norte de la CPC, donde el valor medio es de 27.1°C. En la parte norte de la costa se registra un núcleo de Ta máxima con un valor de 27.4°C.

En general en toda la CPC se observa que durante el año la Ta desde enero hasta abril muestra un calentamiento del aire, seguidamente, desde abril hasta septiembre-noviembre se observa un enfriamiento del aire y, después, nuevamente un aumento de la temperatura del aire.

De acuerdo con estudios anteriores, sobre la CPC fueron determinadas las masas de aire (Díaz, et, al, 2008) a través de la división del área de estudio, separando en forma objetiva las regiones casi homogéneas teniendo en cuenta las características de masas de aire Ta y Humedad Relativa (Hr) por medio del análisis de clúster. Como resultado de este estudio, se han detectado cinco áreas homogéneas, las cuales se aprecian en la Figura 10.

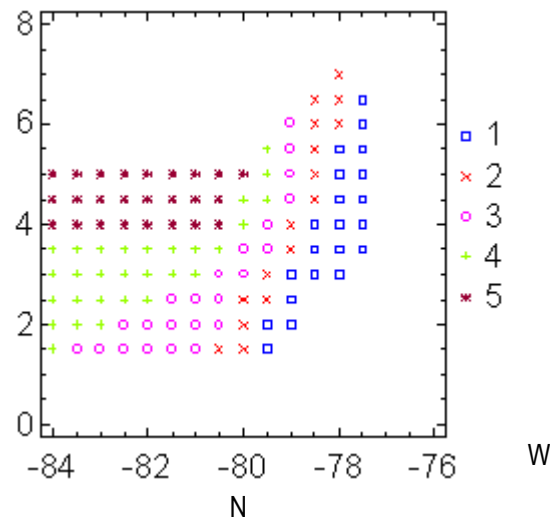
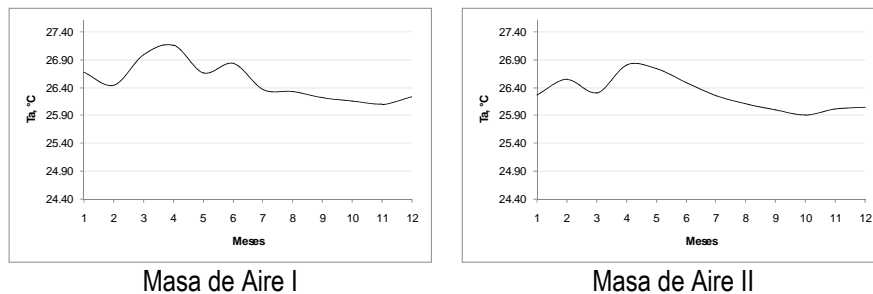


Figura 10. Masas de Aire Promedio sobre la CPC  
Fuente: Díaz et al, 2008

Para cada masa de aire fue determinada la oscilación anual de la Ta que se muestra en la Figura 11. El primer máximo de Ta se observa en abril en la masa del aire 1 con un valor igual a 27.16°C, en la masa 2 con un valor de 26.81°C, en la 4 con un valor de 26.75, en la 5 es igual a 27.53°C y, en la masa 3 el mayor máximo se registra en febrero con un valor de 26.39°C. Se podría hablar de un segundo máximo que se ve en el mes en junio para la masa 1 con el valor de 26.84°C, en la 2 en febrero con un valor de 26.55°C, en la 4 en enero con un valor de 26.44°C.



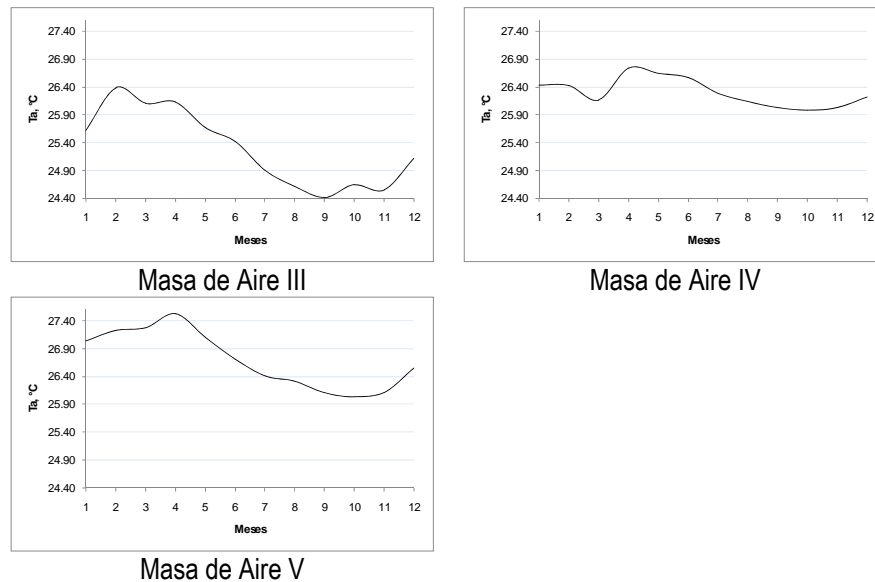


Figura 11. Oscilaciones anuales de la Ta en °C que caracterizan a las masas de aire sobre la CPC

El mínimo del año se observa en noviembre en la masa de aire 1 con un valor de 26.10°C, en la 3 en septiembre con un valor de 24.41°C, en octubre se registra en la masa 2 con un valor de 25.91°C, en la 4 con un valor de 25.99°C y en la masa 5 con un valor de 26.04°C. El segundo mínimo se aprecia en la masa 1 en febrero con 26.45°C, en marzo en la masa 2 con un valor de 26.31°C y en la 4 con un valor de 26.17°C.

El promedio anual mínimo de Ta se registró en la masa de aire 3 con un valor de 25.3°C y el máximo promedio en la masa 5 igual a 26.7°C. La amplitud máxima de las oscilaciones anuales de la temperatura del aire se observan en la masa 3 con un valor igual a 1.97°C y la mínima amplitud en la masa con un valor de 0.76°C.

La Temperatura del Aire (Ta) más cercana al continente se ve un poco más baja que en las partes oceánicas. La costa Pacífica Colombiana se caracteriza por ser una zona muy húmeda, en especial la zona del departamento del Chocó. Uno de los factores que podría generar esto es la llamada baja presión anclada de Panamá, que se presenta especialmente entre marzo y diciembre, generando una gran actividad convectiva sobre la región marítima más cercana a la costa, y sobre el sector continental (Leyva, 2001).

Otro posible factor es la cercanía del continente, en especial de zonas montañosas cerca de la costa (la Cordillera Occidental y la Serranía de Baudó), lo cual podría introducir aire más frío a esta región. Por último, la región de la costa Pacífica Colombiana es una de las regiones que recibe los menores índices de radiación solar en el país, lo cual posiblemente contribuye a esta baja temperatura (Leyva, 2001).

Todo esto puede estar contribuyendo a que la Ta en regiones más costeras sea menor a la Ta en las regiones más oceánicas, donde estos efectos no son tan influyentes, ya que están relacionados con la

cercanía del continente. En conclusión, esta baja temperatura en la zona más costera podría atribuirse a la baja anclada de Panamá y a influencias de tipo continental.

#### 4.4. HUMEDAD RELATIVA

En enero (Fig.12), sobre toda la costa, el valor promedio de la Humedad Relativa (Hr) es de 85%. La distribución de la Hr sobre la CPC muestra altos porcentajes en la parte intermedia entre la costa y el océano abierto, el núcleo con los valores más altos se encuentra entre los  $3^{\circ}10'-4^{\circ}30'N$  y  $78^{\circ}30'-79^{\circ}40'W$  con un valor promedio de 87.3%. Otra zona con valores altos de Hr iguales a 87.7% se observa en la parte sur de la CPC con el núcleo en los  $82^{\circ}30'W-1^{\circ}30'N$ . Hacia el norte, la Hr disminuye teniendo los valores más bajos sobre la CPC con un promedio de 78.5%.

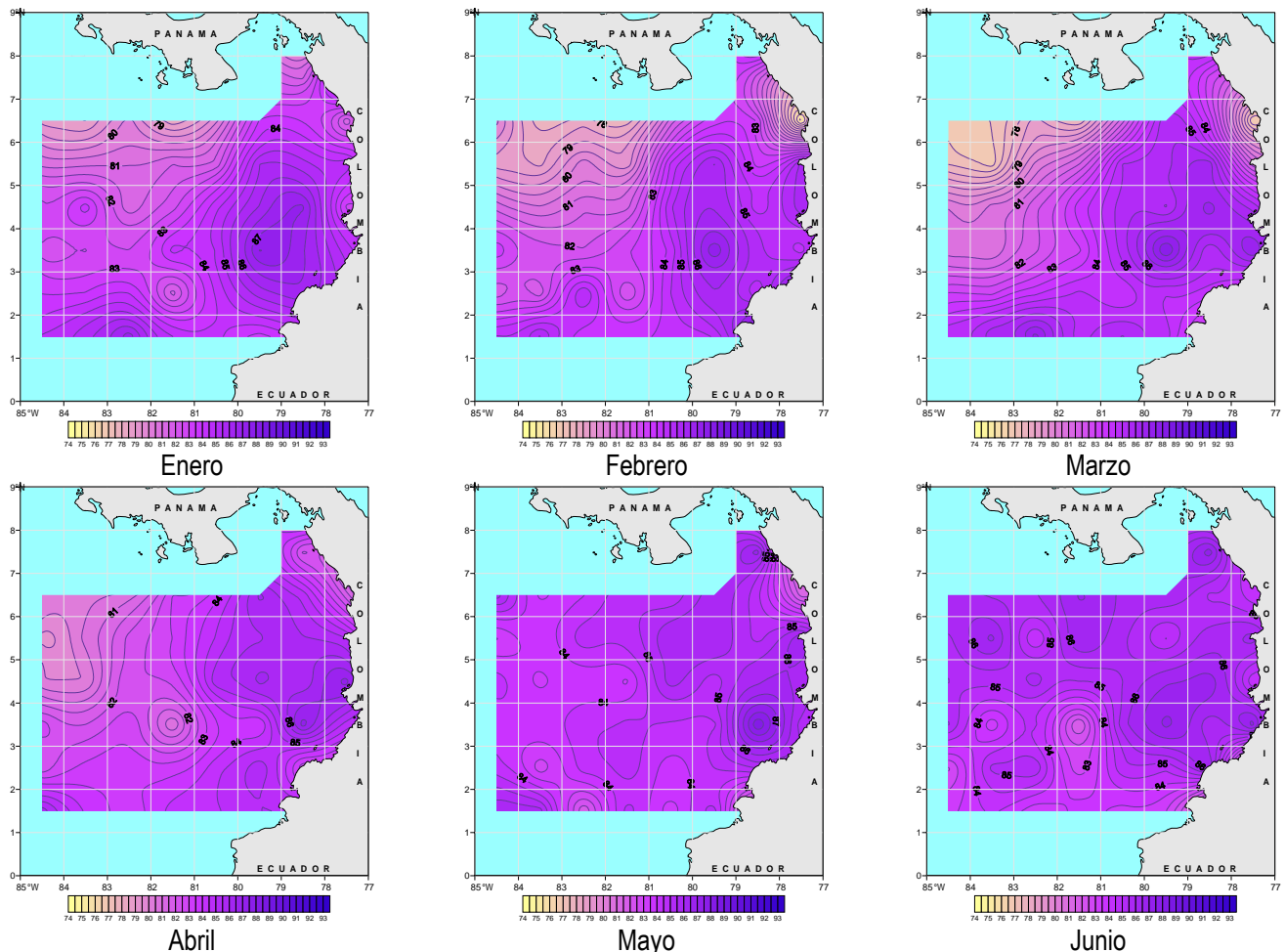


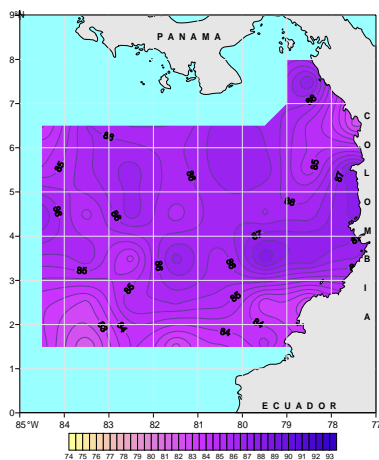
Figura 12. Humedad Relativa Sobre el Nivel del Mar, %

80 ——— Líneas iguales de Humedad Relativa cada 0.5 %

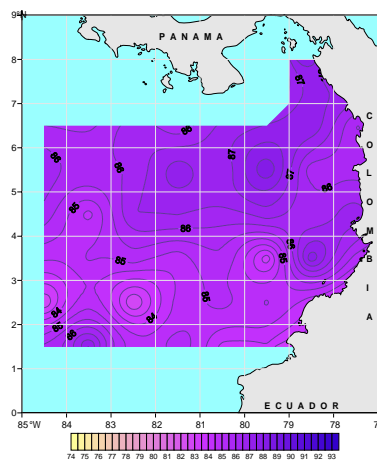
En febrero se ve una disminución en los valores de Hr con relación a los de enero. Sobre la parte norte la costa se registra un núcleo con valores bajos en los 77°30'W- 6°30'N con una Hr de 75.5%, más hacia al sur, el valor promedio sobre la costa es de 84.5%. En la parte intermedia, entre la costa y el océano abierto, así mismo como fue registrado en enero, se observan los valores más altos en la CPC con un núcleo en los 79°30'W-3°30'N con un valor de 87.35%. Los valores intermedios de la Hr se encuentran en la parte sur de la CPC con un valor promedio de 84.5%, desde allí hacia el norte de la CPC los valores de Hr disminuyen siendo los más bajos de la CPC con un valor promedio para esta zona de 75.3%.

En marzo se registra un aumento general de los valores de la Hr en comparación con febrero. Sobre la costa, en la parte norte en la misma posición de febrero se ve un núcleo con valores bajos de Hr con un valor de 76.6%, en el resto de la costa los valores de Hr varían entre los 83 y 86%. En la parte intermedia, entre la costa y el océano abierto así mismo como se registró en febrero, se observan los valores más altos en la CPC con un núcleo en los 79°30'W-3°30'N con un valor de 88%. Los valores promedios aunque con tendencia a ser altos se registran en la parte sur de la CPC con el núcleo en los 82°30'W-1°30'N con un valor de 87.1%, desde allí hacia el norte de la CPC los valores de Hr disminuyen teniendo los valores más bajos de la CPC con un mínimo igual a 75.9% en el núcleo en los 82°28'W-7°29'N.

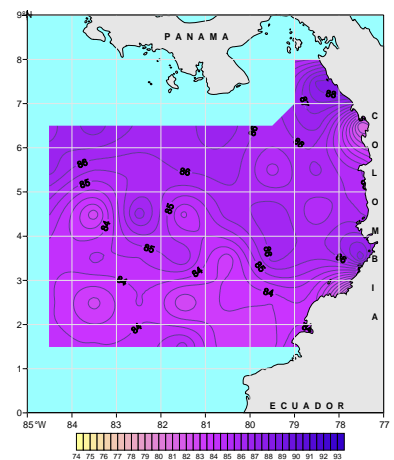
En abril se observa un aumento general de la Hr en comparación con la de marzo. Sobre la costa desaparecen los valores bajos de Hr en la parte norte, donde la Hr varía entre 81 y 83%. En la parte central de la costa se observan los valores de Hr más altos de la CPC igual a 87.1%. Sobre la costa sur el valor promedio de Hr es de 85%. En la parte intermedia entre la costa y el océano abierto se registran valores altos en la CPC que varían entre los 85 y 86%. En la parte sur de la CPC los valores de Hr varían desde los 84.5% cerca de la costa hasta los 85.8% en el extremo del suroccidente. Desde la parte central de la CPC hacia al extremo noroccidental los valores de Hr disminuyen siendo los más bajos entre los 79 y 80%.



Julio



Agosto



Septiembre

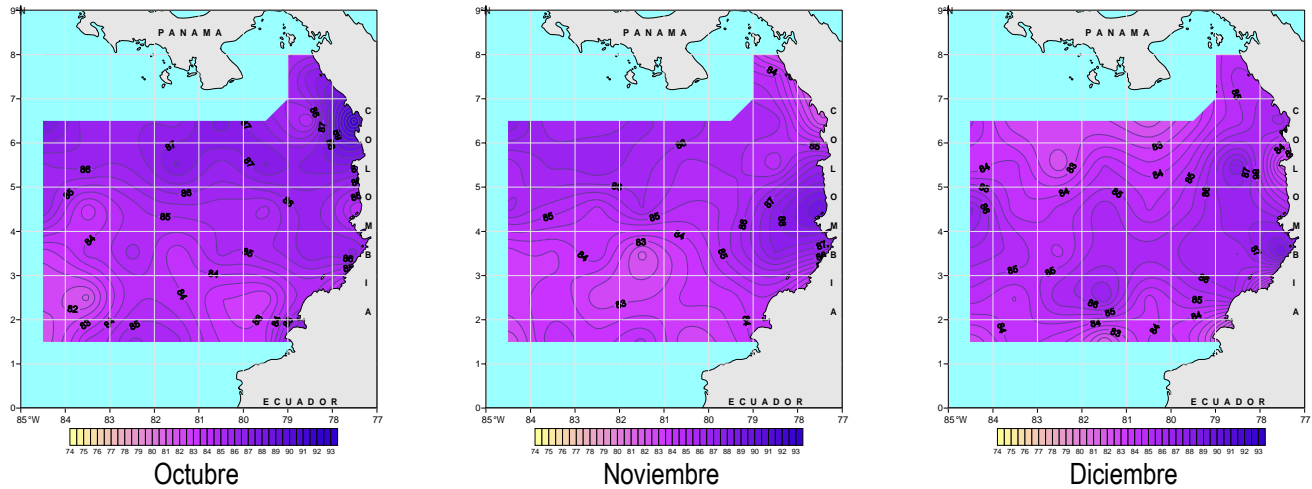


Figura 13. Humedad Relativa Sobre el Nivel del Mar, %

— 80 — Líneas iguales de Humedad Relativa cada 0.5 %

En mayo, en la parte norte de la costa se observa un valor promedio de Hr cercano a los 81%, en la parte costera sur la Hr varía alrededor de los 82%, en la parte central de la costa se observan los valores de Hr bastante altos entre los 85.8 y 86%. Alejándose de la costa se registra el valor de Hr más alto en la CPC con el núcleo en los 78°30'W-3°30'N igual a 88.4%, desde allí los valores un poco más bajos con relación a este núcleo pero más altos con relación a otras regiones se desplaza hacia al norte de la CPC variando entre los 85.5-86.7%. En el extremo suroccidental de la CPC la Hr es cercana a los 86% y en el extremo noroccidental de la CPC el valor promedio es de 82.8%. En el resto de la CPC la Hr oscila alrededor del 84%. En general se observa un aumento de la humedad relativa en toda la CPC.

En junio en la parte norte de la costa se observa un valor promedio de Hr cercano al 84%, en la parte costera central los valores varían entre 86.2 y 87.1%, en el sur de la costa los valores de la Hr varían desde el 83.5% hasta el 81.6% en el extremo sur de la costa. En la parte intermedia de la CPC se observan los valores más altos con el núcleo en los 79°30'W-3°30'N con un valor de 87.1% y desde allí hacia el norte y noroccidente la humedad se mantiene valores altos de la CPC. Los valores más bajos de la Hr se registran en la parte sur de la CPC, con un mínimo de 81.5% alrededor de los 81°28'W-3°29'N. En general se observa un aumento de la Hr en la CPC.

En julio (Fig.13) la distribución de la Hr es muy parecida a la de junio, los valores más altos se registran en la costa central igual a 88%, en la parte intermedia donde se registra una Hr más alta en los 79°30'W-3°20'N con el valor de 88.4% y en la parte norte de la CPC es de 89,5%. En la costa norte se observan valores de Hr relativamente bajos. Los valores más bajos de la Hr sobre la costa se observan en la parte sur de la CPC, donde es igual a 83.4%. En la parte abierta del sur el valor mínimo es de 81.6%. En general se observa un aumento de Hr en toda la CPC.

En agosto la Hr se observa con valores entre 85.4 y 87% en toda la costa. Desde la parte intermedia entre los 78° y 79°W hasta el norte de la CPC la Hr se mantiene más alta con valores entre 86 y 88.2%. En el noroccidente de la CPC la Hr tiene un valor promedio de 84.6%. Desde los 79°W hacia el occidente y desde los 4° hacia el sur se observan tres núcleos de Hr con los valores más bajos del mes, uno en los

84°30'W-2°30'N igual a 82.6%, el segundo en los 82°31'W-2°28'N con un valor de 82.6% y el tercero en los 79°30'W-3°29'N con un valor de 83.2%. En general sigue el aumento de la Hr con relación al mes pasado en toda la CPC.

En septiembre los valores bajos de la Hr ganan el espacio sur de la CPC, subiendo en la parte abierta hasta los 5°N. En la costa norte aparece un núcleo con valores de Hr relativamente bajos en los 77°32'W-6°30'N igual a 81.9%. El resto de la costa mantiene los valores más elevados con 87.2% en los 77°34'W-3°33'N. En la parte norte de la CPC la Hr tiene valores cercanos al 86.5%. En la parte sur ésta varía entre 82.6 y 86.5%. En general se observa una leve disminución de la Hr con relación al mes anterior en toda la CPC.

En octubre en la costa norte en lugar de un núcleo con valores de Hr baja, aparece uno con valores altos en los 77°32'W-6°30'N igual a 92.2%. En la costa central y en el sur la Hr varía entre 84.4 y 87%. Una isolinia de 85% posicionada diagonalmente desde el suroriente hacia el noroccidente divide a la CPC en dos partes, dejando a la región norte de la CPC con una Hr relativamente alta entre 85 y 87% y a la región sur entre 81.7 y 85%. A excepción de esta característica, en general no hay mayor cambio en los valores de Hr con relación a septiembre.

En noviembre los valores de la Hr más altos se observan en la costa central de la CPC con el núcleo en los 77°31'W-4°31'N igual a 89.5%. En la costa norte se registra una Hr baja con un valor de 81.4%, en la costa sur Hr varía entre 84 y 85%. Desde los 4° hacia el norte de la CPC la Hr es relativamente alta y varía entre 83.5 y 86% y en la parte sur entre 81.9 y 84.5%. En general se nota una disminución de la Hr en este mes con relación a octubre en toda la CPC.

En diciembre los valores de la Hr más altos se observan en la costa con un núcleo en los 77°31'W-3°29'N igual a 89%, desde allí se observa que estos valores se distribuyen hacia el norte y el oriente de la CPC. En la costa norte se registra una Hr baja con un núcleo en los 77°34'W-5°29'N con un valor de 82.9%. En la costa sur la Hr varía entre 81 y 83.4%. Desde los 5° hacia el norte en la parte abierta de la CPC la Hr es relativamente baja y varía entre 78 y 84%. En la región abierta desde los 3° más hacia el sur los valores de Hr varían entre 81.6 y 85%. En general hay una disminución de la Hr respecto al mes anterior en toda la CPC.

En general en toda la CPC se observa que durante el año la Hr desde enero hasta febrero disminuye sus valores, después aumenta hasta agosto y desde agosto hasta diciembre disminuye.

En la figura 14 se presentan las oscilaciones anuales de la Hr. La amplitud máxima de las oscilaciones anuales de la Hr se observa en la masa de aire 5 igual a 5.64% y la mínima en la masa de aire 3 con un valor de 1.27°C. El promedio anual mínimo se registró en la masa de aire 5 y es igual a 83.69%. El valor promedio anual más alto se registró en la masa 2 con 85.02%.

En la masa del aire 1 el primer máximo se observa en octubre con un valor de 85%, en la masa 2 el máximo se registra en septiembre con 85.69%, en la zona 3 se aprecia en marzo con 85.07%, en la masa 4 el máximo se ve en agosto con un valor de 85.43% y en la 5 el máximo es en octubre con un valor de 85.76%. Se podría mencionar un segundo máximo en la masa de aire 1 en enero con un valor igual a 84.38% y en la 2 en marzo con 85.26%.

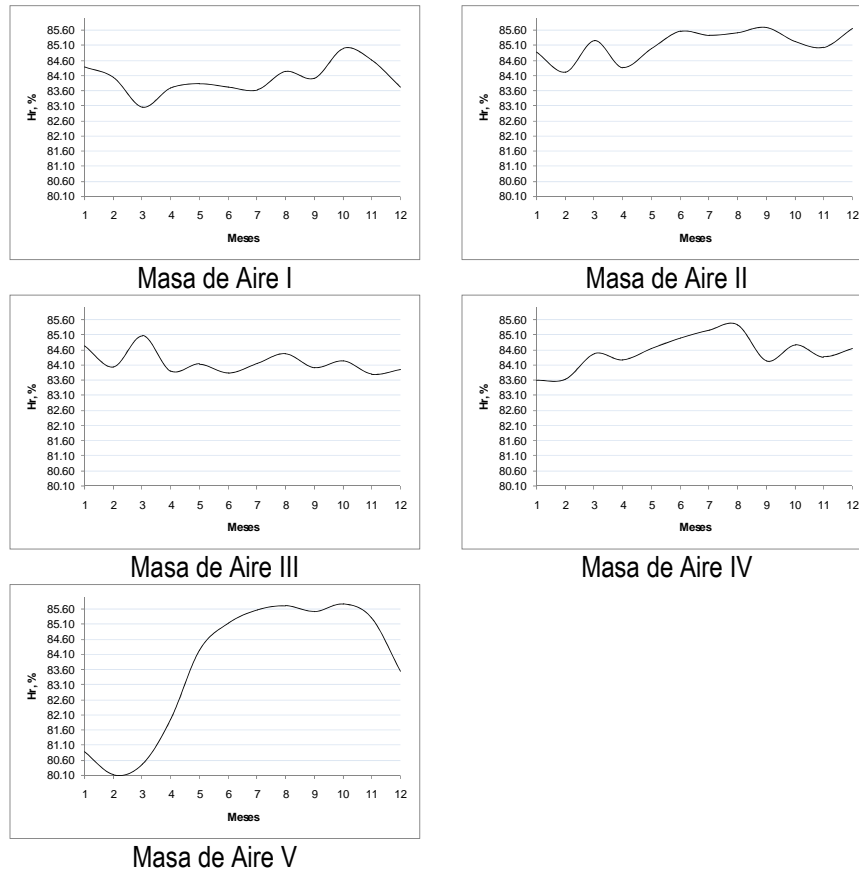


Figura 14. Oscilaciones anuales de la Hr en % que caracterizan a las masas de aire sobre la CPC

El valor mínimo de la Hr en el año se observa en marzo en la masa de aire 1, igual a 83.06%, en la 2 en enero con un valor de 83.93%, en la 3 en noviembre con 83.8%, en la 4 en enero con un valor de 83.6% y en la masa 5 en enero con un valor de 80.12%. Un segundo mínimo de Hr se observa en la masa 1 en julio con un valor de 83.62% y en la masa 2 en noviembre con 84.39%.

#### 4.5. PRECIPITACIÓN

La distribución de la Precipitación (Pr) en enero (Fig.15) muestra los valores más altos en la parte central de la CPC con un núcleo en los 80°W-4°54'N y un valor igual a 50.7 mm. Desde este punto la precipitación se distribuye en forma de óvalos disminuyendo gradualmente. La Pr relativamente alta se dirige hacia el suroriente de la CPC donde oscila entre 45.7 y 47.9 mm. En la parte noroccidental la Pr varía entre 39.7 y 41.2 mm. En la costa varía entre 44.4 mm en el norte, 42.5 mm en el centro y alrededor de los 40 mm en el sur.

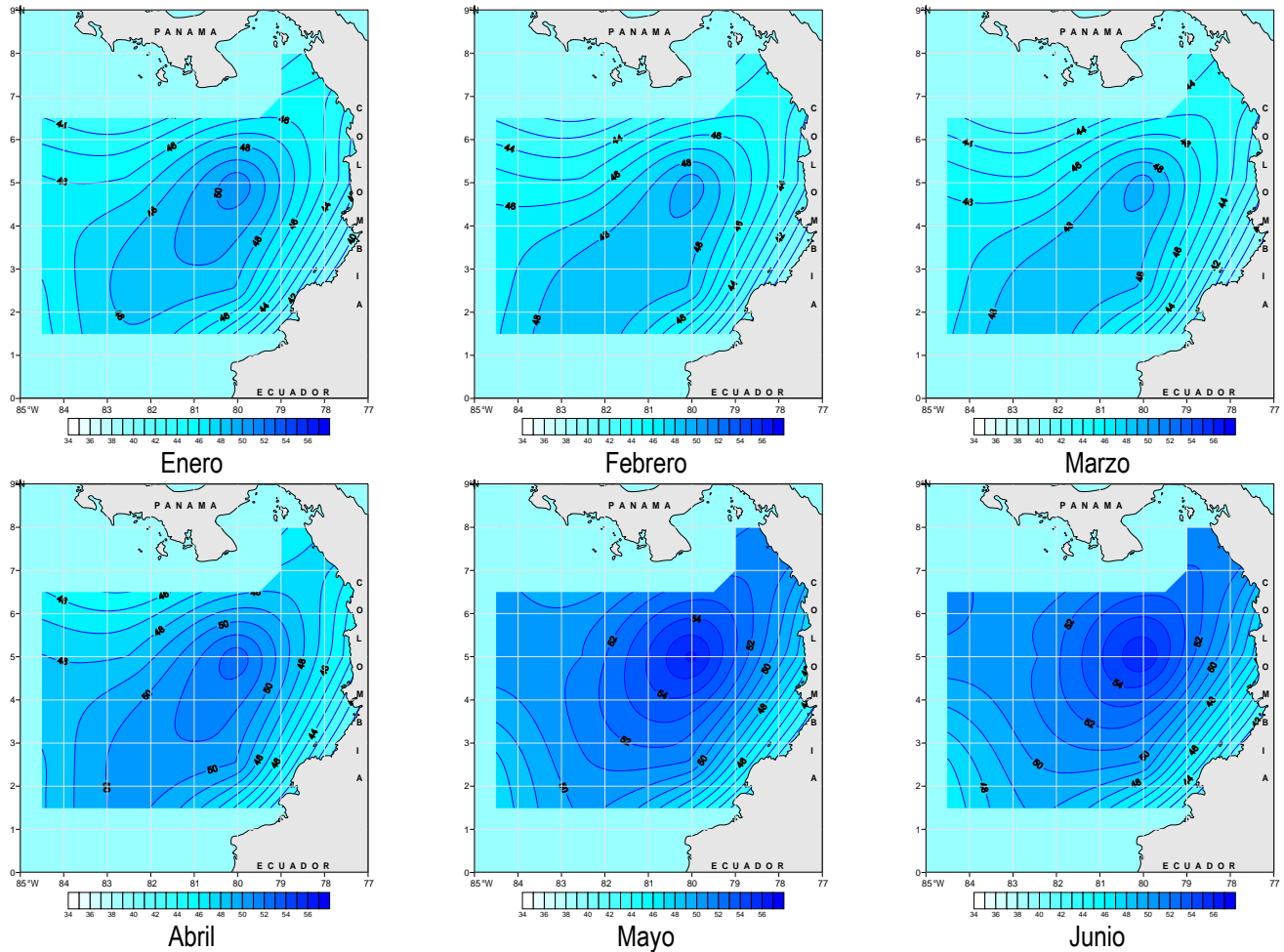


Figura 15. Precipitación Sobre el Nivel del Mar, mm

— 45 — Líneas iguales de Precipitación (isoyetas) cada 1 mm

En febrero la distribución de la Pr es muy parecida a la de enero. Los valores altos provienen desde el suroriente de la CPC alcanzando una Pr máxima en el núcleo localizado en los 80°W-4°54'N igual a 49.6 mm. Desde este punto la Pr se distribuye en forma de óvalos gradualmente disminuyendo sus valores. En el suroriente la Pr varía entre 46.9 y 48.8 mm. En el noroccidente los valores de Pr varían entre 38.3 y 39.9 mm. En la costa varía entre los 43.7 mm en el norte, 42.5 mm en el centro y alrededor de los 40.9 mm en el sur de la costa.

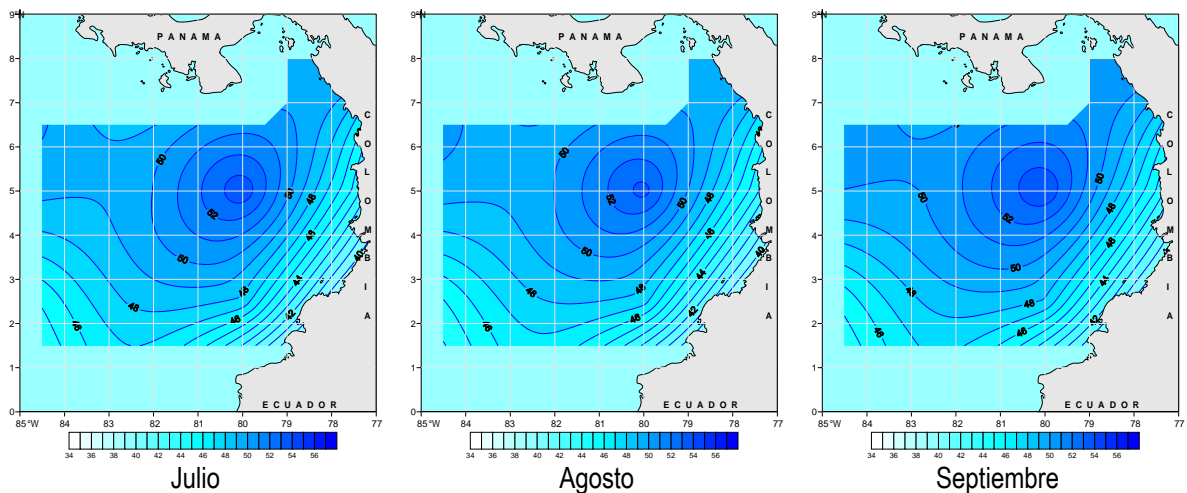
En marzo la distribución de la Pr sigue siendo similar a la del mes anterior. Los valores altos de Pr se desplazan desde el suroriente con un máximo de Pr igual a 49.5 mm en el núcleo ubicado en los 80°W-4°54'N. Desde este punto los valores de Pr se distribuyen nuevamente en forma de óvalos disminuyendo gradualmente sus valores. En el suroriente la Pr varía entre los 46.9 y 48.8 mm. En el sector noroccidental los valores de precipitación varían entre los 38.6 y 40.5 mm. En la costa la precipitación varía entre los 43.7 mm en el norte, 41.9 mm en el centro y alrededor de los 40.5 mm en la región sur de la costa.

En abril la distribución de la Pr continúa su similitud con la del mes anterior con un aumento de sus valores que provienen del suroriente de la CPC presentando el máximo en el núcleo  $79^{\circ}55'W-4^{\circ}54'N$  igual a 52.8 mm. A partir de este núcleo la Pr se distribuye en forma de óvalos gradualmente disminuyendo sus valores. En el suroriente los valores de precipitación varían entre los 47.9 y 50.2 mm. En el noroccidente la Pr varía entre 41.6 y 43.6 mm. En la costa la precipitación varía entre los 45.1 mm en el norte, 44.5 mm en el centro y alrededor de los 42 mm en el sur de la costa.

En mayo sigue el aumento general de la Pr, los valores altos provienen desde el suroriente y noroccidente de la CPC alcanzando el máximo en el núcleo  $80^{\circ}W-5^{\circ}N$  con un valor de 56.2 mm. Desde este punto la Pr se distribuye en forma de óvalos gradualmente disminuyendo sus valores. En el suroriente la Pr varía entre los 47.3 y 50.1 mm. En la parte noroccidental la Pr varía entre los 47.3 y 49.1 mm. En la costa la Pr varía entre los 50 mm en el norte, 46.7 mm en el centro y alrededor de los 43 mm en el sur.

En junio se ve una pequeña disminución general de la Pr. Los valores altos se observan en el noroccidente de la CPC alcanzando el máximo de Pr en el núcleo de los  $80^{\circ}01'W-5^{\circ}01'N$  con 55.9 mm. A partir de este punto la Pr se distribuye en forma de óvalos gradualmente disminuyendo sus valores. El núcleo del máximo valor se desplaza hacia el noroccidente con relación al mes anterior. En el suroriente la Pr varía entre 46.3 y 49.1 mm. En la parte noroccidental la Pr varía entre los 48.9 y 51.1 mm. En la costa la Pr varía entre 49.5 mm en el norte, 47 mm en el centro y alrededor de 41.5 mm en la parte sur.

En julio (Fig.16) se ve una pequeña disminución general de la Pr. Los valores altos se observan en el noroccidente de la CPC alcanzando el máximo en el núcleo  $80^{\circ}01'W-5^{\circ}01'N$  con un valor de 53.7 mm. Desde este punto la Pr se distribuye en forma de óvalos gradualmente disminuyendo sus valores. En el suroriente los valores de precipitación varían entre los 44.3 y 47 mm. En la parte noroccidental la Pr varía entre 47.1 y 49.7 mm. En la costa la precipitación varía entre 47.3 mm en el norte, 44.6 mm en el centro y alrededor de 39.4 mm en la parte sur de la costa.



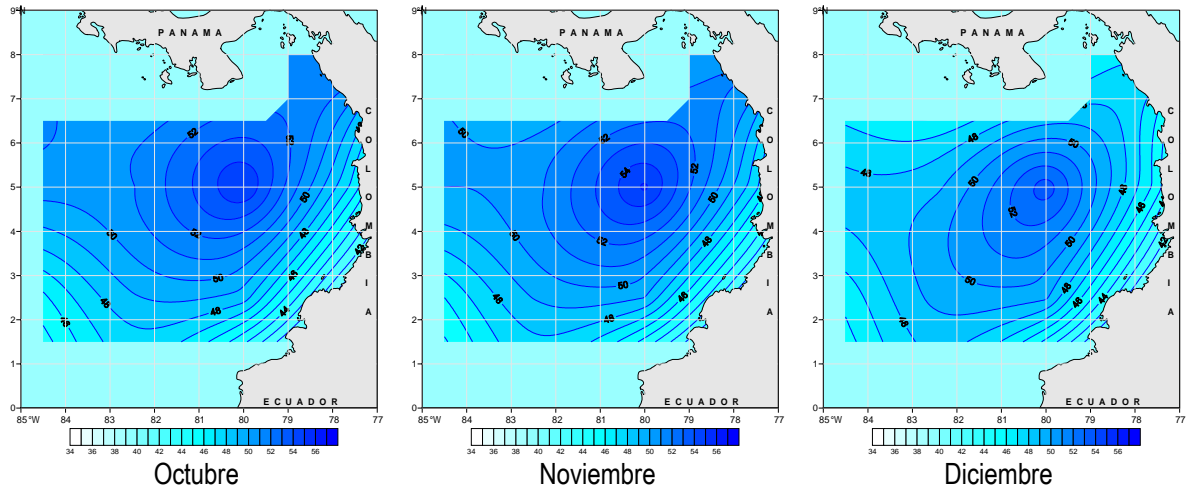


Figura 16. Precipitación Sobre el Nivel del Mar, mm

45 ——— Líneas iguales de Precipitación (isoyetas) cada 1 mm

En agosto se observa el mismo comportamiento de la Pr, los valores más altos se registran en el norte de la CPC, con el núcleo  $80^{\circ}01'W-5^{\circ}N$  con un valor de 53.3 mm. En la parte noroccidental la Pr varía entre los 47.6 y 50.1 mm. Los valores más bajos de la Pr se registran en la costa y en el sur de la CPC. En el suroriente la Pr varía entre los 43.9 y 46.7 mm. En la costa la Pr varía entre 47.5 mm en el norte, 44 mm en el centro y alrededor de los 39.6 mm en la parte sur de la costa.

En septiembre se ve un pequeño aumento de la precipitación con relación a la del mes anterior. Los valores más altos se registran en el norte de la CPC, con el núcleo en los  $80^{\circ}01'W-5^{\circ}N$  y un valor de 53.9 mm. En la parte noroccidental los valores de la Pr varían entre los 45.5 y 50.6 mm. Los valores más bajos se registran en la costa y en el sur de la CPC. En el suroriente la Pr varía entre los 44.4 y 47.2 mm. En la costa la precipitación varía entre 48.1 mm en el norte, 44.5 mm en el centro y alrededor de los 40.5 mm en el sur.

En octubre se ve un leve aumento de la precipitación con relación a la del mes anterior. Los valores más altos se registran en el norte de la CPC, con el núcleo en los  $80^{\circ}01'W-5^{\circ}N$  con un valor de 54.9 mm. En la parte noroccidental los valores de la Pr varían entre los 48.8 y 50.5 mm. Los valores más bajos de la Pr se registran en la costa y en el sur de la CPC. En el suroriente los valores de Pr varían entre 44.6 y 47.6 mm. En la costa la precipitación varía entre los 49.2 mm en el norte, 46 mm en el centro y alrededor de los 41.5 mm en la parte sur.

En noviembre se observa una disminución de la Pr con relación a la de octubre. Los valores más altos se registran en el norte de la CPC, con el núcleo en los  $80^{\circ}01'W-5^{\circ}N$  y un valor de 55.1 mm. En el noroccidente la Pr varía entre 47.2 y 48.6 mm. La Pr más baja se registra en la costa y en el sur de la CPC. En el suroriente la Pr varía entre 44.9 y 47.8 mm. En la costa la precipitación varía entre 49.2 mm en el norte, 46.7 mm en el centro y alrededor de 42 mm en el sur.

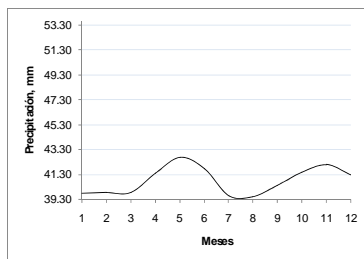
En diciembre hay una disminución de la Pr con relación a la del mes anterior. Los valores más altos se registran en el centro de la CPC en los  $80^{\circ}W-5^{\circ}N$  con 53.5 mm. En el noroccidente la Pr varía entre 42.8

y 44.4 mm. En el suroriente los valores varían entre 45.6 y 48.3 mm. En la costa la precipitación varía entre 46.2 mm en el norte, 45.5 mm en el centro y alrededor de 41.5 mm en la parte sur de la costa.

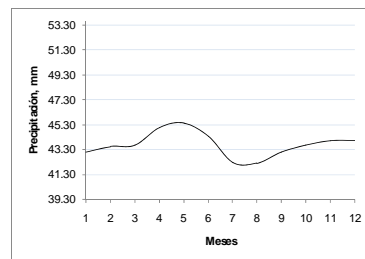
En la figura 17 se presentan las oscilaciones anuales de la Pr. El valor promedio anual más bajo se observa en la masa de aire 1 igual a 40.8 mm. El valor promedio más alto se registra en la masa 4 el cual es igual a 51.21 mm. La amplitud anual de Pr más baja se observa en la masas 1 siendo igual a 3.19 mm. La amplitud más alta se registra en la masa 5 con un valor de 7.96 mm.

El primer máximo de la Pr se registra en mayo en la masa de aire 1 con un valor de 42.7 mm, en la masa 2 con 45.4 mm, en la masa 3 con 50.7 mm, en la 4 con 53.6 mm y, en la masa 5 se observa en octubre con un valor de 49.9 mm. El segundo máximo del año se observa en noviembre en la masa de aire 1 con un valor de 42.1 mm, en la masa 2 con 44 mm y en la masa 4 con 52.1 mm. En la 3 el segundo máximo se observa en diciembre con un valor de 49.2 mm, y en la masa 5 éste se registra en octubre con un valor de 49.1 mm.

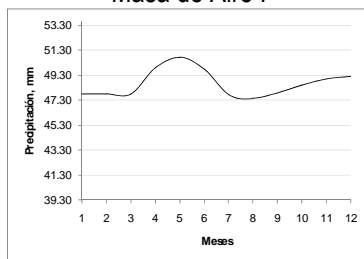
El primer mínimo del año se observa en agosto en la masa de aire 1 con un valor de 39.5 mm, en la masa 2 con un valor de 42.2 mm y en la 3 con un valor de 47.4 mm. En la masa 4 el mínimo se registra en marzo con un valor de 49.2 mm. En la masa 5 el mínimo de Pr se observa en febrero con un valor de 41.9 mm. El segundo mínimo del año se observa en enero en la masa de aire 1 con un valor de 39.8 mm y en la masa 2 con un valor de 43.1 mm. El segundo mínimo se observa en marzo en la masa 3 con un valor de 47.8 mm y en la zona 4 con el valor 49.2 mm. En la masa 5 el segundo mínimo se ve en febrero con un valor de 41.9 mm.



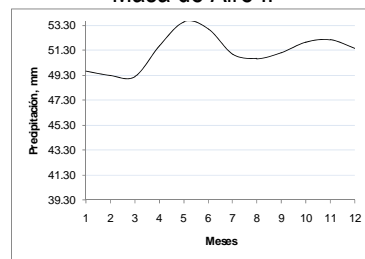
Masa de Aire I



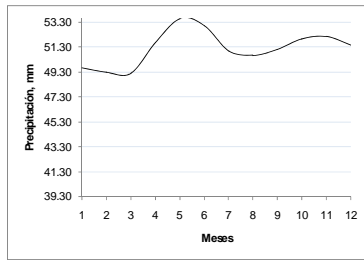
Masa de Aire II



Masa de Aire III



Masa de Aire IV



Masa de Aire V

Figura 17. Oscilaciones anuales de la Pr en mm que caracterizan a las Masa de Aire sobre la CPC

#### 4.6. PRESIÓN ATMOSFÉRICA, VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

Las condiciones de la Presión Atmosférica (Pa) y de la Velocidad (Vv) y Dirección del Viento (Vd) para el mes enero (Fig.18) muestran que la presión baja en la CPC se encuentra desde el norte hacia al suroccidente con un valor mínimo de 1009.4 hPa localizada en los 79°30'W-4°28'N. En la costa los valores de la presión varían cerca de los 1010.8 hPa en el norte, 1010.3 hPa en el centro de la costa y 1010.4 hPa en el sur. Toda la CPC se divide en diagonal desde el nororiente hasta el suroccidente por un valor de la Pa cercano a 1010.4 hPa. En el suroccidente la presión varía entre los 1010.5 y 1011 hPa.

El viento sobre la CPC desde la costa norte hasta los 82°W es de dirección norte con valores alrededor de 4.5 m/s. Desde los 5°N hasta los 3°N el viento cruza hacia el occidente bajando su intensidad. Desde el sur hasta los 3°N predomina el viento suroccidente con un valor promedio de 2.5 m/s. En la parte abierta de la CPC predomina el viento sureño con velocidad entre 3 y 4 m/s, bajando su intensidad en el norte donde la velocidad es alrededor de 1 m/s.

En febrero la presión baja penetra desde el nororiente de la CPC al sur de la costa con un valor mínimo de 1009.4 hPa. Cerca de la costa en los 78°W-3°N se encuentra un valor de Pa alta igual a 1012 hPa. En la costa norte la Pa varía entre 1009 y 1011 hPa. En el centro de la costa la Pa promedio es de 1010.5 hPa. En el suroccidente la Pa varía entre 1010 y 1011.2 hPa.

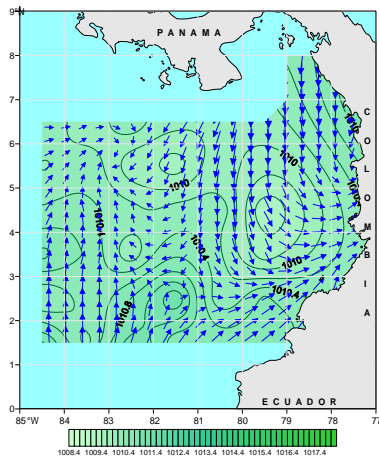
El viento en la CPC en febrero sobre el norte de la CPC es predominantemente norte hasta los 81°W con un valor promedio de 4.5 m/s, llegando hasta el sur en la parte central con una velocidad de 1 m/s. Cerca de la costa del sur el viento se va hacia la costa con valor promedio de 1 m/s, desde el centro hacia la parte abierta el viento es nororiental con valores de 1.5 m/s y cerca al límite de la parte abierta es suroriental con valores de 1.5 m/s.

En marzo en general se ve una disminución de la Pa en comparación con la del mes anterior. La presión baja aumenta con relación a la de febrero desde el nororiente de la CPC penetrando hasta la costa y distribuyéndose en la costa desde los 4°N hasta los 6°30'N con un valor promedio de 1009.6 hPa. Un sector de Pa baja fue dividido por una zona de presiones altas quedando un núcleo en los 79°30'W-2°30'N con un valor de 1009.8 hPa. Desde los 3°N hacia el sur de la CPC la Pa es un poco más alta y varía entre los 1010 y 1010.8 hPa.

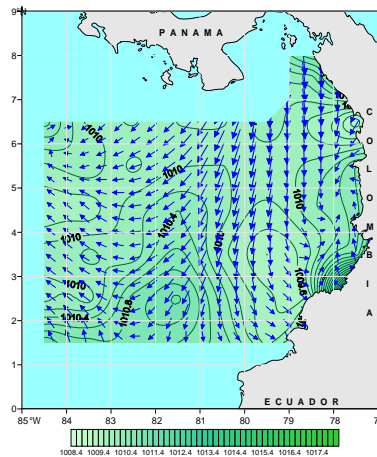
El viento sobre el norte de la CPC en marzo es de predominancia nor-noroccidental hasta los 81°W con un valor promedio de 4 m/s, llegando hasta el sur en el sector central con una velocidad de 1 m/s. Cerca de la costa entre los 5 y los 4°N el viento tiene un comportamiento complicado con velocidades alrededor de 1.2 m/s. Desde los 4° hasta el sur en la costa predomina el viento suroriental con un valor promedio de 1 m/s. Desde los 81°W hacia el oriente predomina el viento noroccidental con un promedio de velocidad de 1.8 m/s. Acercándose al extremo de la CPC el viento cambia su dirección donde ya es suroccidental con un valor promedio de 2 m/s.

En abril en general se ve un leve aumento de la Pa con relación a la del mes anterior. Las presiones bajas ocupan la mayor parte de la CPC abarcando desde el norte hasta los 3°30'N aproximadamente y hasta los 4°30'N en la costa donde la presión media es de 1009.8 hPa. Desde los 3°30'N aproximadamente hacia al sur la presión es más alta y varía entre 1010 y 1010.7 hPa.

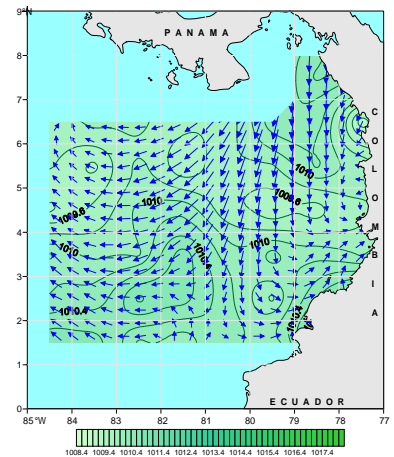
El viento sobre la CPC en abril de la costa hasta los 81°W y de norte hasta los 4°N es predominantemente norte con un promedio de 2 m/s. Por debajo de los 4°N, entre la costa y los 81°W el viento tiene dirección suroccidental con un valor promedio de velocidad de 1.5 m/s. Desde los 81°W hacia el extremo occidente de la CPC predominan los vientos sur y suroriente con un valor promedio de 2 m/s.



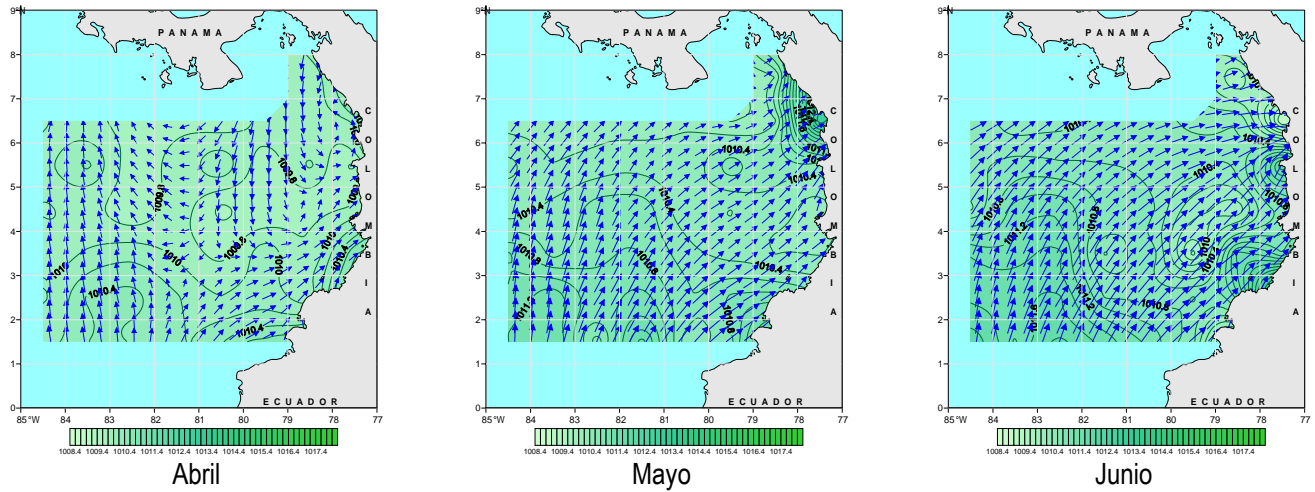
Enero



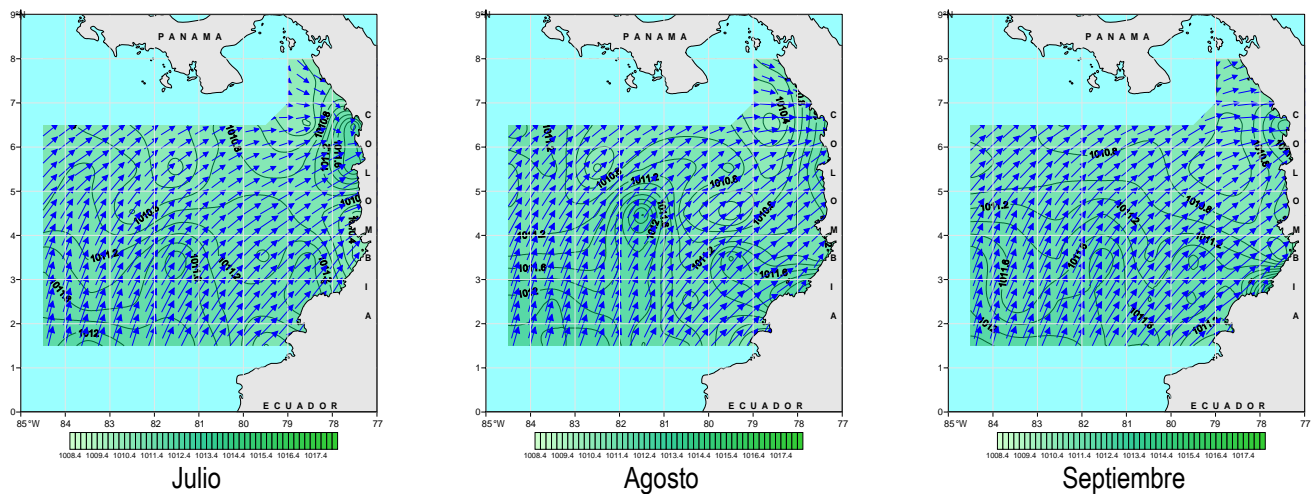
Febrero



Marzo



En mayo en general se ve un leve aumento de la presión con relación a la del mes anterior. Las mínimas presiones bajas de 1010 hPa ya no se observan en la CPC por que se han desplazado al norte. En la costa norte se registra la presión más alta en este mes y es de 1012.9 hPa. En el norte de la CPC desde los 79°W hacia la parte abierta, la Pa es cercana a los 1010.1 hPa. Sobre los 4°N la Pa oscila alrededor de los 1010.4 hPa y desde allí hacia el sur de la CPC la Pa promedio es más alta para el presente mes y varía entre 1010.5 hPa y 1011.6 hPa. El viento predominante es sur-suroccidental con un promedio de 4.5 m/s en el sur, en el norte de la CPC el viento promedio es de 2.5 m/s y en la parte costera es de 2.5 m/s.



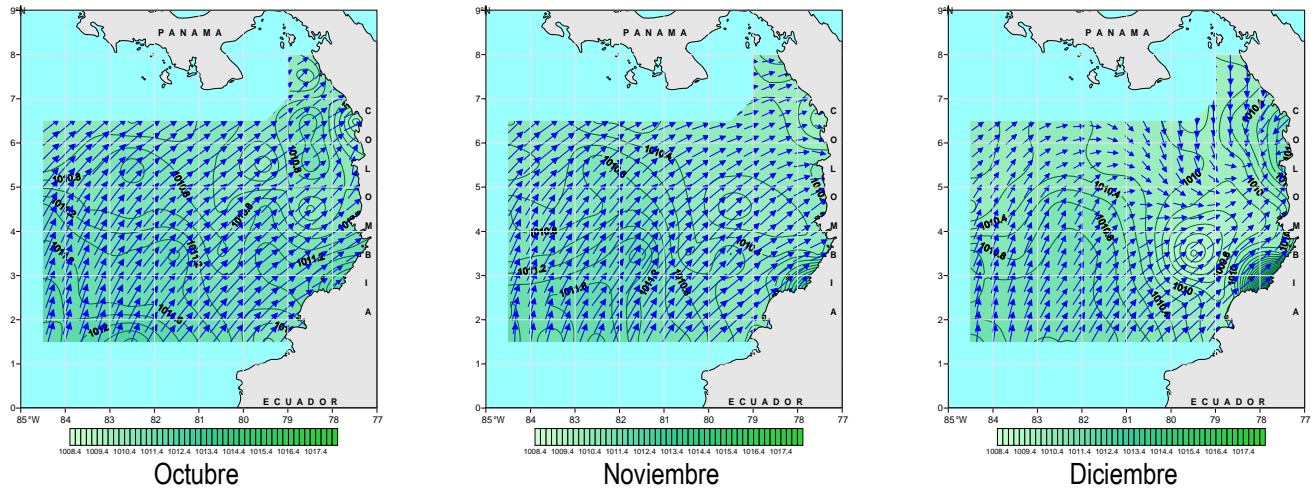


Figura 19. Presión Atmosférica, Velocidad y Dirección del Viento sobre el nivel del mar  
 Presión Atmosférica (hPa), Velocidad (m/s) y Dirección (°) del Viento  
 ——— 1011 ——— Líneas iguales de Presión (isobaras) cada 0.1 hPa  
 Vector de Velocidad del Viento: ↑ -0.1 m/s; ↑ - 8 m/s

En junio se observa un leve aumento de la Pa con relación a la de mayo. Las presiones bajas menores de 1010 hPa se observan en dos núcleos, uno en los 79°30'W-3°30'N con un valor de 1009.5 hPa y el otro se encuentra en la costa norte en los 6°28'N con un valor de 1008.9 hPa. La presión relativamente más baja se observa en la parte norte de la CPC y varía entre 1010.3 y 1010.5 hPa. Sobre los 4°N la Pa oscila entre 1010 y 1011.2 hPa y desde allí hacia el sur de la CPC la Pa promedio es más alto y varía entre 1010.1 hPa y 1011.8 hPa. El viento sobre la CPC en junio es similar al de mayo con predominancia sur-suroccidental con un valor promedio de 5.3 m/s en el sur de la CPC. En el norte de la CPC el viento promedio es de 3 m/s. En la parte costera es de 3 m/s en el sur, en el centro es alrededor de 4 m/s y en el norte es de 6 m/s.

En julio (Fig.19) en general se observa un aumento de la Pa con relación a la del mes anterior. Las presiones relativamente bajas se encuentran en la parte norte de la CPC con valores entre 1010.2 y 1010.8 hPa. Sobre los 4°N la Pa oscila entre 1011 y 1011.5 hPa y desde allí hacia el sur de la CPC la presión promedio es más alta y varía entre 1010.8 hPa y 1012.3 hPa.

La distribución del viento sobre la CPC en julio es parecida a la de junio con viento predominante sur-suroccidental con un valor promedio de 5.5 m/s en el sur de la CPC y de 3 m/s en el norte. En la parte costera el viento es de 2 m/s en el sur, en el centro es alrededor de 3.7 m/s y en el norte es de 1.5 m/s.

En agosto en general la Pa alcanza los valores máximos del año, las presiones relativamente bajas se encuentran en la parte norte de la CPC entre 1010.6 y 1011.6 hPa. Sobre los 4°N la Pa oscila entre 1011 y 1012.5 hPa y desde allí hacia el sur de la CPC la presión promedio es la más alta y varía desde los 1010.5 hPa hasta los 1012.3 hPa. La distribución del viento sobre la CPC en agosto es similar a la de julio con predominancia sur-suroccidental y un valor promedio de 5.8 m/s en el sur. En el norte el viento

promedio es de 3.3 m/s. En la parte costera es de 4.2 m/s en el sur, en el centro es alrededor de 3.5 m/s y en el norte es de 4 m/s.

En octubre en general la Pa disminuye sus valores con respecto al mes anterior. Las presiones relativamente bajas se encuentran en la parte norte de la CPC con valores entre 1009.5 y 1011.1 hPa. Sobre los 4°N oscila entre 1010.6 y 1011.5 hPa y desde allí hacia el sur la presión promedio es la más alta y varía entre 1010.7 hPa y 1012.5 hPa. La distribución del viento sobre la CPC en octubre sigue siendo similar a la de septiembre con viento predominante sur-suroccidental con un valor promedio de 5.4 m/s en el sur de la CPC y en el norte es de 4.5 m/s. En la parte costera el viento es de 1.7 m/s en el sur, en el centro es alrededor de 3.7 m/s y en el norte es 4 m/s donde tiene dirección occidental.

En noviembre en general la Pa disminuye sus valores con respecto a los de octubre. Las presiones relativamente bajas se encuentran en la parte norte de la CPC con valores entre 1009.8 y 1010.6 hPa. Sobre los 4°N la presión oscila entre 1010.2 y 1010.8 hPa. Desde allí hacia el sur de la CPC la presión promedio es más alta para el presente mes y varía entre 1010.3 hPa y 1011.9 hPa. El viento sobre la CPC es de predominancia suroccidental con un promedio de 5.3 m/s en el sur y 3.8 m/s en el norte. En costa el viento es de 2.6 m/s en el sur, en el centro es alrededor de 3.6 m/s y en el norte es de 0.6 m/s donde tiene una dirección occidental.

En diciembre en general la Pa sigue disminuyendo con respecto al mes anterior. La presión baja se encuentra desde el norte hacia el centro de la CPC entre los 78°-80°W con un valor mínimo 1008.9 hPa localizado en los 79°31'W-3°28'N. En la costa la Pa varía entre 1010.9 hPa en el norte, 1010 hPa en el centro y 1011.5 hPa en el sur. Toda la CPC se divide por una diagonal de nororiente hasta el suroccidente con una Pa cercana a 1010.4 hPa. En el suroccidente la presión varía entre 1010.7 y 1011.5 hPa. El viento sobre la CPC en la parte abierta de la CPC desde los 4°N hacia el norte y hasta los 81°30'W predomina el viento suroccidental con valores alrededor de 3.5 m/s y desde los 81°30'W hasta la costa predomina el viento norte con un valor de 3 m/s. En la parte sur, desde los 4°N hacia abajo predomina el viento suroccidental con valores promedio de 2.5 m/s. Encima de los 4°N, en la costa predomina el viento nororiental con un valor promedio de 3.5 m/s, en la parte central de este sector predomina el viento norte con la velocidad promedio de 3.3 m/s y cerca de los 81°30'W predomina el viento noroccidental con un promedio de 2 m/s. En la figura 20 se presentan las oscilaciones anuales de la Pa.

Los valores promedio más bajos de la Pa se observan en la masa de aire 5 y es igual a 1010.46 hPa. En la masa 3 se observa el valor promedio más alto entre igual a 1011.13 hPa. La amplitud máxima de las oscilaciones anuales se observa en la masa 3 con un valor de 1.63 hPa. El valor mínimo es igual a 1.07 hPa en la masa 4.

El primer máximo de Pa se registra en septiembre en la masa del aire 1 con un valor de 1011.4 hPa, en la masa 2 con un valor de 1011.1 hPa, en la 3 con 1011.9 hPa. En agosto el máximo se observa en la masa 4 con un valor de 1011.1 hPa y en la 5 con un valor de 1011.1 hPa. Un segundo máximo se observa solo en la masa 1 en febrero con 1010.8 hPa.

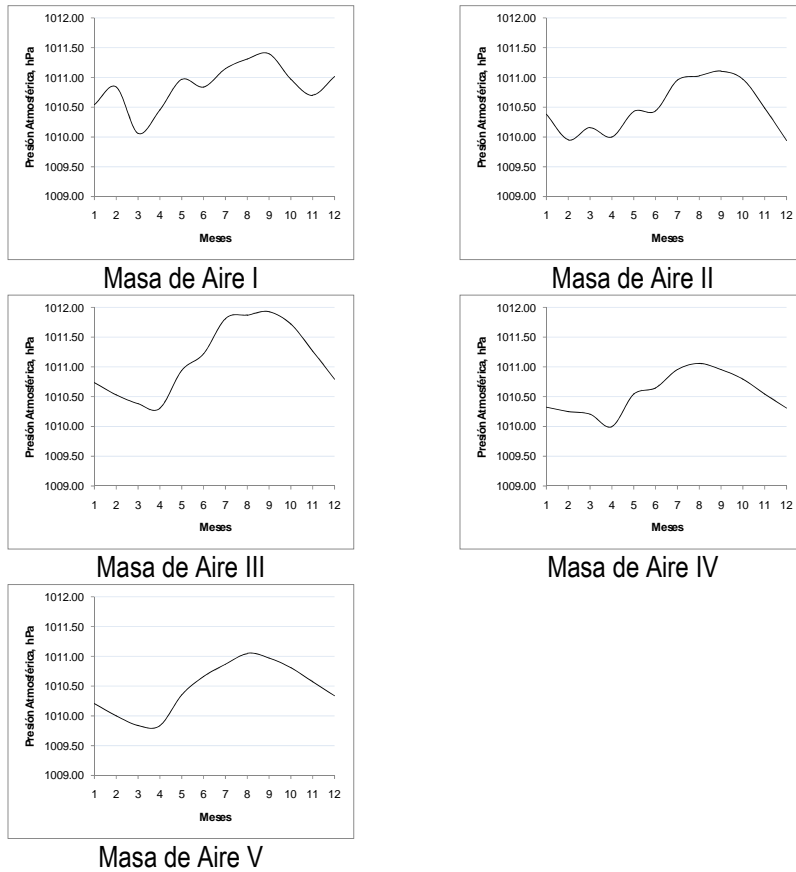


Figura 20. Oscilaciones anuales de Pa en hPa que caracterizan a las Masas de Aire sobre la CPC

El primer mínimo del año se observa en marzo en la masa 1 con 1010.06 hPa, en la masa 2 en febrero con 1009.95 hPa, en la masa 3 en marzo con un valor de 1010.31 hPa, en la masa 4 en abril con 1010hPa y en la masa 5 se ve en marzo con un valor de 1009.84 hPa. El segundo mínimo del año se observa en noviembre en la masa 1 con un valor de 1010.7 hPa.

#### 4.7. RADIACIÓN DE ONDA CORTA

La radiación (Ra) sobre la CPC en enero (Fig.21) muestra los valores más bajos en toda la costa con variaciones entre 166 y 196 W/m<sup>2</sup>, excepto por un núcleo con valores altos de Ra igual a 242.1 W/m<sup>2</sup> en el norte de la costa de la CPC en los 78°30'W-7°29'N. Desde la costa hasta el centro sobre los 81°W la Ra registra los máximos en el norte con 216 W/m<sup>2</sup> y en el sur con 219.2 W/m<sup>2</sup>. Desde el centro hasta la parte abierta la Ra nuevamente disminuyen hasta 203.9 W/m<sup>2</sup>.

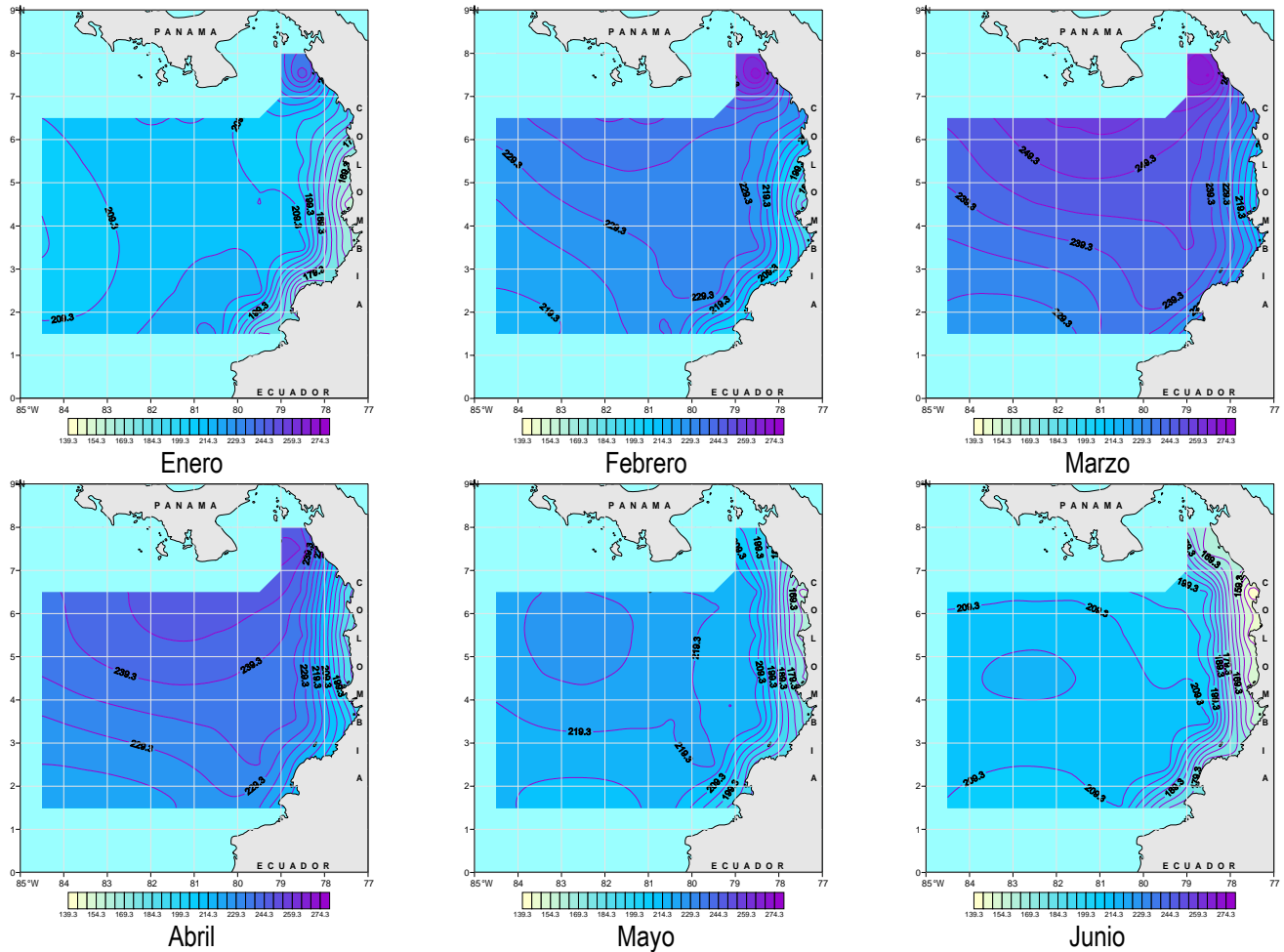


Figura 21. Radiación Sobre el Nivel del Mar,  $W/m^2$   
 — 200 — Líneas iguales de Radiación cada  $5 W/m^2$

En febrero se observa un aumento general de los valores de  $R_a$  y muestra una semejanza con la distribución de TSM. Los valores más altos de  $R_a$  penetran desde el noroccidente casi tocando la costa sur de la CPC. Los valores más bajos se registran en la costa con el mínimo de  $185.7 W/m^2$  en los  $4^{\circ}30'N$  aumentando hasta  $201.1 W/m^2$  en la costa. Desde la costa sur hacia el noroccidente la  $R_a$  aumenta y tiene un máximo con  $241.7 W/m^2$  en el norte de la CPC. El máximo de este mes se registra en los  $78^{\circ}30'W-7^{\circ}29'N$  con un valor de  $267.4 W/m^2$ . En el extremo del suroccidente el valor de la radiación es de  $218.5 W/m^2$ .

En marzo se ve el mismo comportamiento con un aumento general con respecto al mes anterior. Los valores altos de  $R_a$  se observan en el norte de la CPC con un valor de  $256.8 W/m^2$  y el valor máximo de este mes se registra también en el norte cerca de la costa y es de  $266.8 W/m^2$ . Los valores más bajos se observan en la costa con un mínimo de  $205.8 W/m^2$  en los  $4^{\circ}31'N$  aumentando hasta  $221.6 W/m^2$  en la costa sur. En el extremo suroccidental el valor de la radiación es de  $227.6 W/m^2$ .

En abril la distribución de los valores de Ra se mantiene al igual que los de marzo pero con una disminución general. Los valores altos se observan en el norte de la CPC con un máximo igual a 247.6 W/m<sup>2</sup>. Los valores bajos se registran en la costa con un mínimo de 187 W/m<sup>2</sup> en los 5°29'N aumentando hasta 214.8 W/m<sup>2</sup> en el sur. En el suroccidente la Ra es de 221.3 W/m<sup>2</sup>.

En mayo la distribución de la Ra cambia un poco en comparación con la de la de abril, con una ligera disminución general. Los valores más bajos se registran en toda la costa con un mínimo de 159.5 W/m<sup>2</sup> en los 6°30'N. En la costa sur la Ra es de 191.9 W/m<sup>2</sup>. Los valores más altos se observan en el extremo noroccidental de la CPC con un valor máximo de 226.2 W/m<sup>2</sup> en los 82°32'W-5°29'N. En el extremo suroccidental la Ra es de 215.4 W/m<sup>2</sup>.

En junio la Ra disminuye un poco en comparación con la del mes anterior. Los valores más bajos se observan en la parte costera con un valor mínimo de 142 W/m<sup>2</sup> en los 6°30'N. En la costa sur la Ra es de 175.5 W/m<sup>2</sup>. Los valores más altos de Ra cambian su posición con respecto a la del mes anterior. Los valores máximos se observan en la parte central de la CPC acercándose a la parte abierta. El valor máximo es de 215.1 W/m<sup>2</sup> en los 82°29'W-4°30'N. En el extremo suroccidental el valor de la radiación es de 208.9 W/m<sup>2</sup>.

En julio (Fig.22) la Ra sube ligeramente en comparación con la de junio. Los valores más bajos se ven en la costa con un valor mínimo de 168.8 W/m<sup>2</sup> en los 5°31'N. En el sur de la costa la Ra es de 190.8 W/m<sup>2</sup>. Los valores máximos de Ra pasan a la parte sur acercándose a la costa, los valores máximos se registran en los 79°32'W-2°32'N con un valor máximo de 220.8 W/m<sup>2</sup>. En el extremo suroccidental la Ra es de 215.5 W/m<sup>2</sup>.

En agosto la Ra aumenta en comparación a la de julio y la distribución de los valores es parecida a la de julio. Los valores más bajos se registran en la costa con un valor mínimo de 163.5 W/m<sup>2</sup> en los 6°30'N y de 207.8 W/m<sup>2</sup> en la costa sur. Los valores altos se ven en el sur y el máximo está en los 80°20'W-2°01'N con 227.1 W/m<sup>2</sup>. En el suroccidente es de 222.2 W/m<sup>2</sup>.

En septiembre la Ra general sigue subiendo. Los valores más bajos se observan en toda la costa, aunque los valores mínimos aún más bajos que en el mes anterior se registra en los 6°28'N igual a 158.4 W/m<sup>2</sup>. En la costa sur la radiación es de 203.5 W/m<sup>2</sup>. Los valores máximos se registran con el núcleo en los 79°W-3°32'N con un valor máximo de 230.2 W/m<sup>2</sup>. En el extremo suroccidental la Ra es de 232.2 W/m<sup>2</sup>.

En octubre se ve una disminución de la Ra general. Los valores más bajos siguen ubicándose en la costa central de la CPC con un mínimo en los 4°30'N igual a 141.6 W/m<sup>2</sup> y en la costa sur es de 205.2 W/m<sup>2</sup>. El valor máximo está ubicado en el extremo suroccidental de la CPC con 235.8 W/m<sup>2</sup>, penetrando desde allí hacia la costa sur de la CPC.

En noviembre sigue una disminución general de la Ra. Los valores más bajos se registran en la costa central de la CPC con el mínimo en los 4°30'N igual a 144.2 W/m<sup>2</sup>. En la costa sur la Ra es de 198.1 W/m<sup>2</sup>. El valor máximo al igual que en octubre se observa en el extremo suroccidental con 219.8 W/m<sup>2</sup> y una distribución de valores altos hacia la costa sur de la CPC.

En diciembre la Ra general es la más baja del año. La mínima se observa en la costa con 143 W/m<sup>2</sup> en los 4°30'N. En la costa sur la radiación es de 182 W/m<sup>2</sup>. Los valores máximos de la Ra se registran en la parte sur con un núcleo en los 80°32'W-1°30'N y 212 W/m<sup>2</sup>.

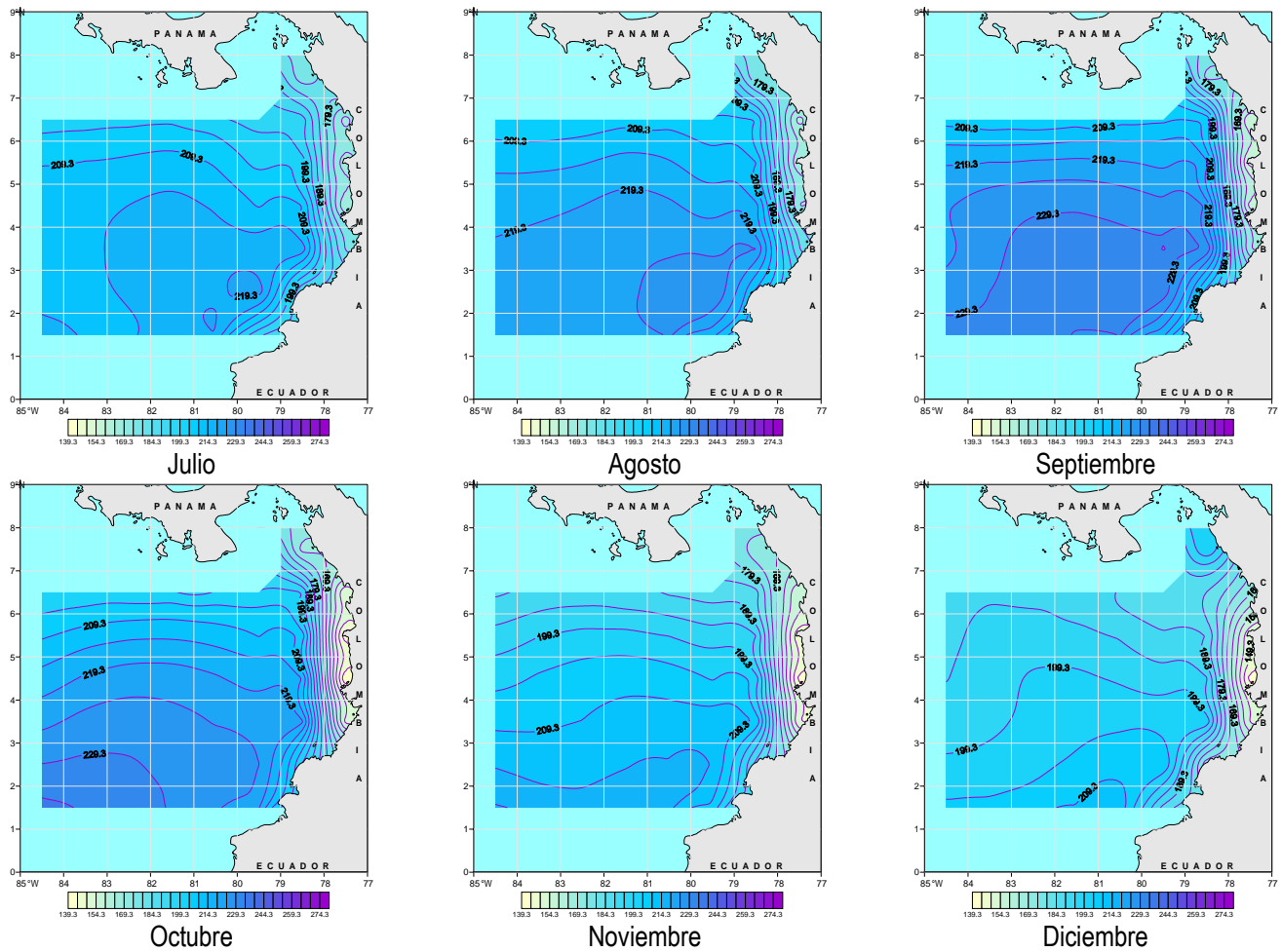
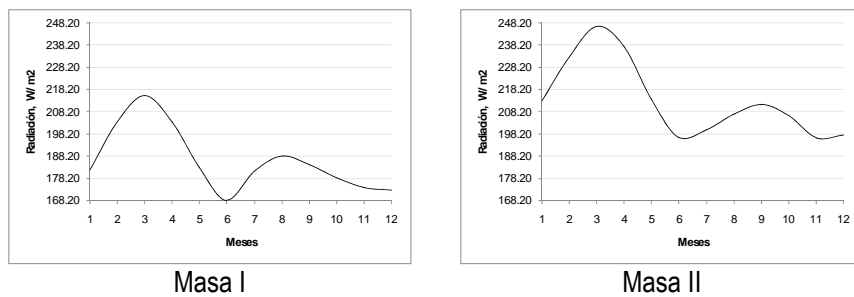


Figura 22. Radicación Sobre el Nivel del Mar,  $W/m^2$   
 — 200 — Líneas iguales de Radicación cada  $5 W/m^2$

De acuerdo a la Figura 23, en las oscilaciones anuales de Ra el primer máximo se observa en marzo en todas las masas del aire:



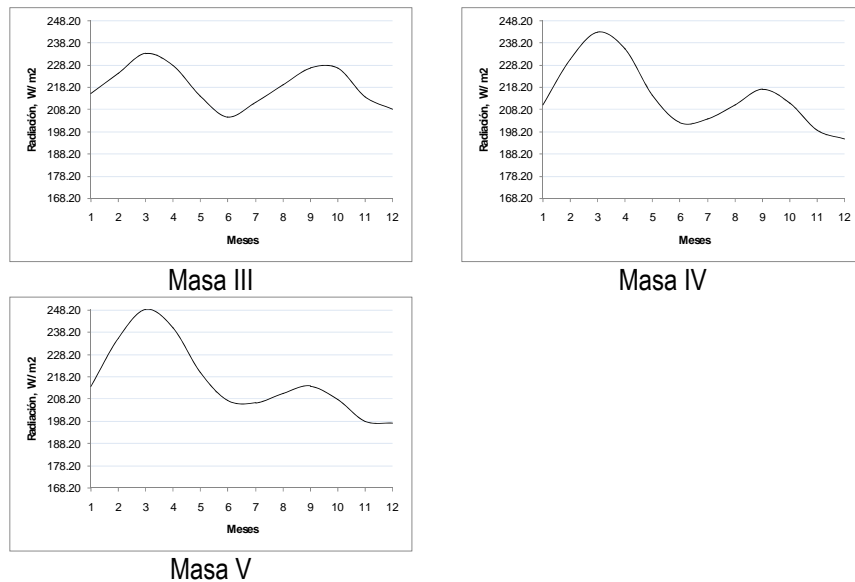


Figura 23. Oscilaciones anuales de Ra en W/m<sup>2</sup> que caracterizan a las masas de aire sobre la CPC

en la masa 1 con un valor igual a 215.4 W/m<sup>2</sup>, en la masa 2 con 246.5 W/m<sup>2</sup>, en la 3 igual a 233.1 W/m<sup>2</sup>, en la 4 es igual a 243.1 W/m<sup>2</sup> y, en la masa 5 el mayor máximo se presenta con el valor 248.4 W/m<sup>2</sup>. El segundo máximo del año se registra en agosto para la masa 1 con un valor de 188.2 W/m<sup>2</sup>, en septiembre en la 2 con 207.1 W/m<sup>2</sup>, en la 3 con 226.9 W/m<sup>2</sup>, en la 4 con 217.3 W/m<sup>2</sup> y en la 5 con 214 W/m<sup>2</sup>.

La mínima oscilación anual de Ra se observa en junio en la masa 1 con un valor de 168.3 W/m<sup>2</sup>. El segundo mínimo de la masa 1 se ve en diciembre con 172.9 W/m<sup>2</sup>. En la masa de aire 2 el primer mínimo se observa en noviembre con un valor de 196.5 W/m<sup>2</sup> y el segundo en junio con 196.6 W/m<sup>2</sup>. En la masa 3 el primer mínimo se registra en junio con 204.7 W/m<sup>2</sup> y el segundo en diciembre con 208.2 W/m<sup>2</sup>. En la masa 4 el primer mínimo es en diciembre con 194.9 W/m<sup>2</sup> y el segundo en junio con 202.3 W/m<sup>2</sup>. En la última masa el primer mínimo se presenta en diciembre con 197.4 W/m<sup>2</sup> y el segundo en julio con 206.6 W/m<sup>2</sup>.

El valor promedio más bajo entre todas las masas se presenta en la masa de aire 1 con un valor de 186.3 W/m<sup>2</sup>. En la masa de aire 3 se observa el valor promedio más alto del año y es igual a 218.9 W/m<sup>2</sup>. La amplitud máxima de 51 W/m<sup>2</sup> de las oscilaciones de Ra se registra en la masa 5 y la mínima en la masa 3 con un valor de 28.7 W/m<sup>2</sup>.

#### 4.8. NIVEL DEL MAR

El nivel del mar (NM) en la CPC en enero (Fig.24) muestra los valores más bajos en la costa norte con un valor mínimo de -0.089 m en los 5°33'N. Desde allí hacia el sur los valores del NM aumentan y en la costa sur tienen -0.039 m. Desde la costa hacia al suroccidente los valores del NM aumentan gradualmente, pero los más altos se registran en los 84°30'W-6°29'N con el máximo de 0.018 m. En el extremo suroccidental el NM medio es de -0.027 m.

En febrero la distribución del NM en la CPC es muy parecida a la de enero. Los valores más bajos se encuentran en la costa norte con un mínimo de  $-0.147$  m en los  $5^{\circ}58'N$ . A partir de aquí hacia el sur los valores del NM aumentan y en la costa sur es igual a  $-0.099$  m. Desde la costa hacia el océano abierto el NM aumenta. Los valores más altos se registran en los  $84^{\circ}30'W-5^{\circ}30'N$  con el máximo de  $0.017$  m. En el suroccidente el NM medio es de  $-0.041$  m.

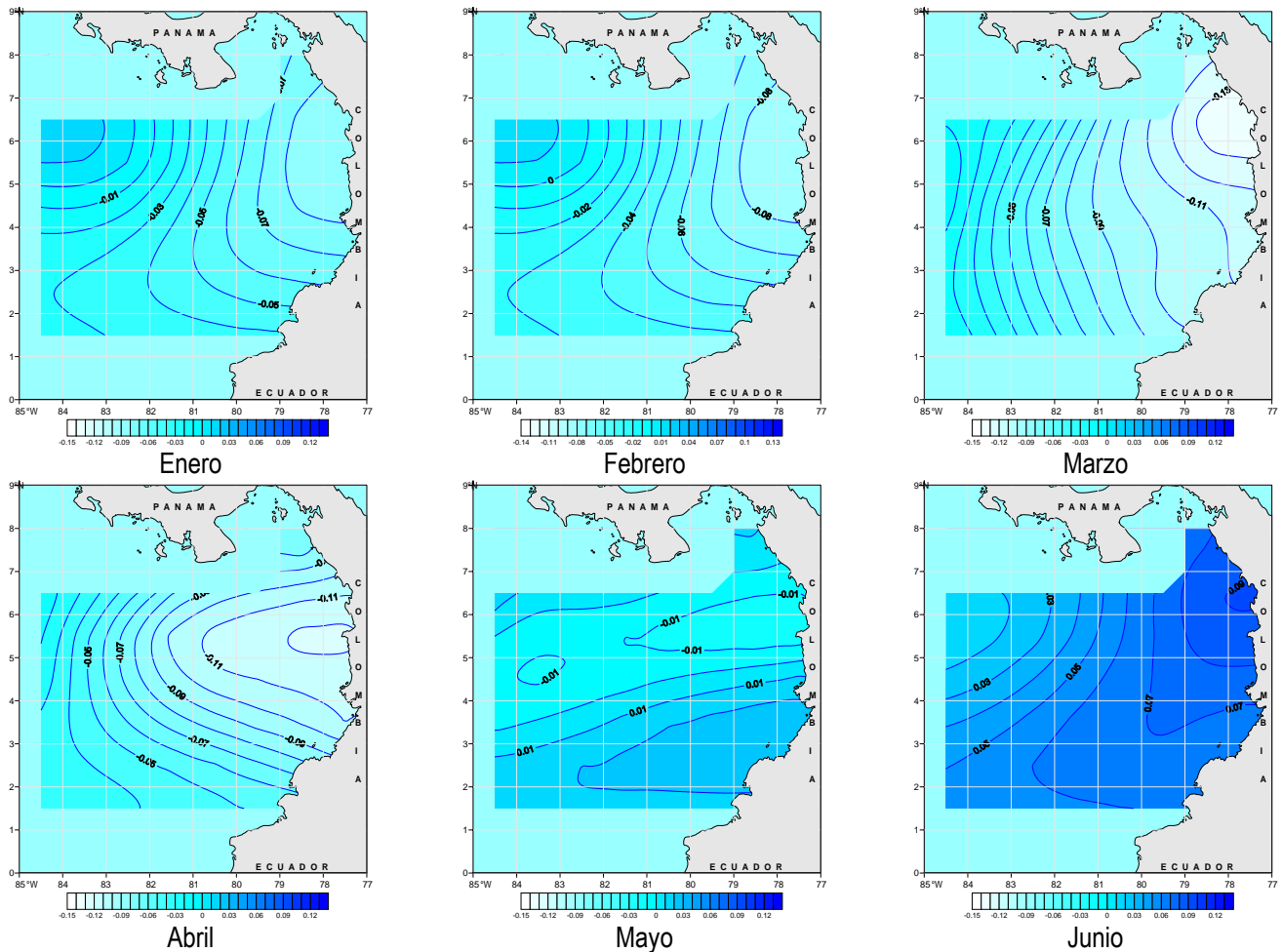


Figura 24. Nivel del Mar, m

0.06 ————— Líneas iguales del Nivel del Mar cada 0.01 m

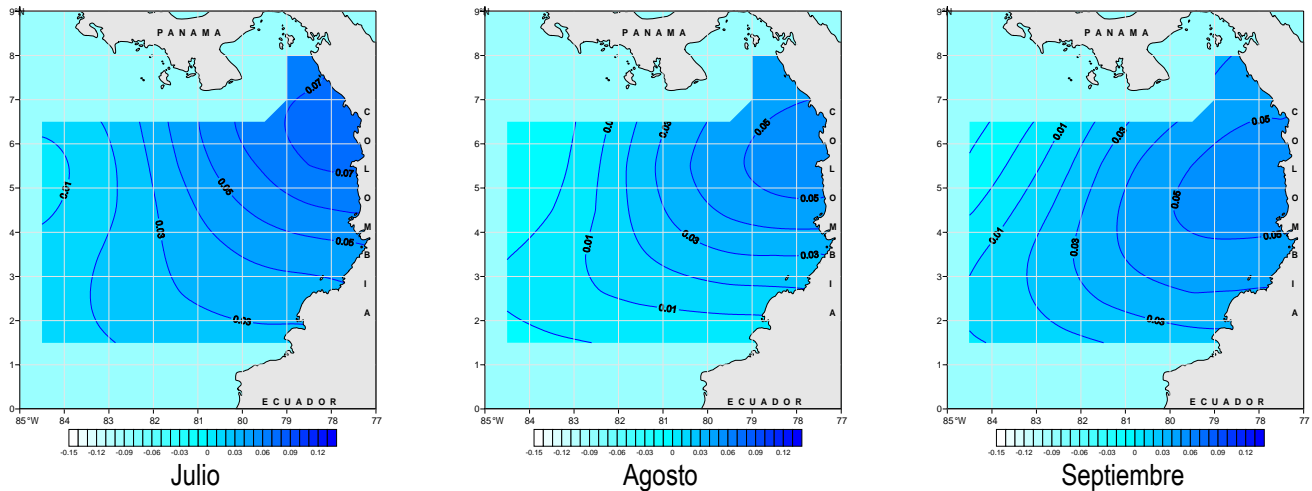
En marzo la distribución del NM cambia un poco en comparación con la de febrero. Los valores más bajos se encuentran en la costa norte con un mínimo de  $-0.135$  m en los  $6^{\circ}29'N$ . Desde allí hacia el occidente el NM aumenta gradualmente y en la costa sur es de  $-0.098$  m. Los valores más altos se registran en el extremo noroccidental de la CPC con el máximo de  $-0.018$  m. En el extremo suroccidental el NM medio es de  $-0.014$  m.

En abril los valores más bajos del NM se encuentran en la costa norte con un valor mínimo de  $-0.123$  m en los  $5^{\circ}30'N$ . En la costa sur el nivel es de  $-0.052$  m, desde este punto el NM se distribuye en forma de lengua hacia al occidente aumentando en la parte abierta. Los valores más altos se registran en los  $84^{\circ}30'W-6^{\circ}28'N$  con el máximo de  $-0.013$  m. En el extremo suroccidental el NM medio es de  $-0.032$  m.

En mayo la distribución del NM cambia en comparación con la de abril. Los valores más bajos se presentan en forma de banda desde la costa norte en los  $5^{\circ}-7^{\circ}15'N$  con un mínimo de  $-0.015$  m hasta la parte abierta entre los  $3^{\circ}30'$  y  $5^{\circ}30'N$  con un promedio de  $-0.008$  m. Los valores altos se encuentran en el extremo noroccidental de la CPC con de  $0.0299$  m y en la costa sur con  $0.026$  m. En el extremo suroccidental el valor medio es de  $0.019$  m.

En junio la distribución del NM cambia totalmente con respecto a los meses anteriores. Los valores más altos se registran en la costa norte en los  $6^{\circ}28'N$  con un máximo de  $0.091$  m desde donde los valores disminuyen hacia el suroccidente. En el extremo suroccidental el valor promedio es de  $0.051$  m. Los valores más bajos se encuentran en el noroccidente con  $0.015$  m.

En julio (Fig.25) la distribución de los valores del NM es muy parecida a la de junio. Los valores más altos se observan en la costa norte en los  $6^{\circ}27'N$  con un máximo de  $0.076$  m. Los valores bajos se registran en el occidente entre los  $4^{\circ}15'$  y  $6^{\circ}01'N$  con el mínimo de  $0.0065$  m. En el extremo suroccidental de la CPC el promedio es de  $0.015$  m.



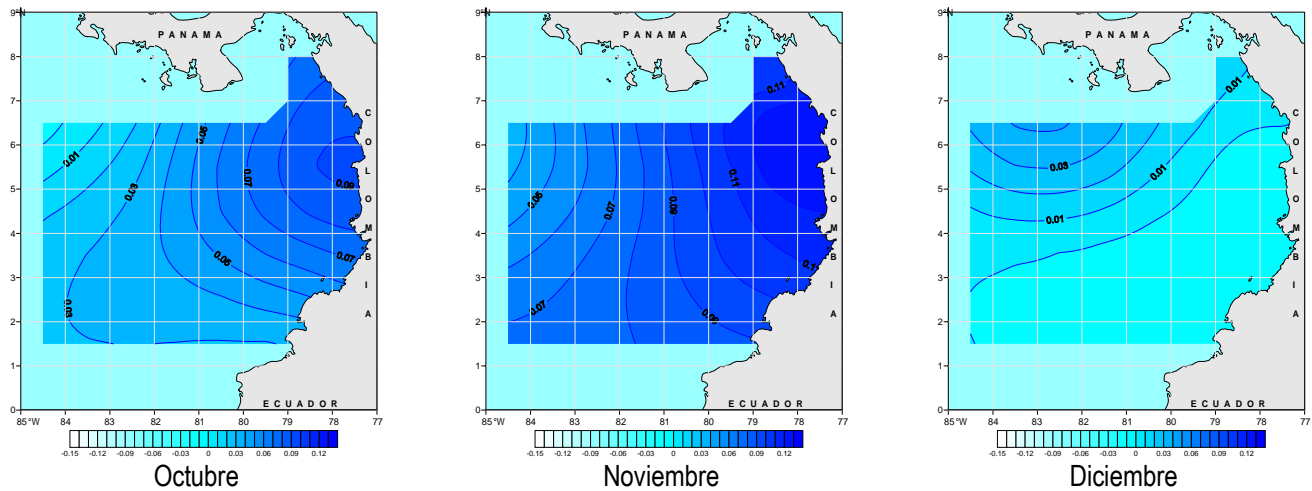


Figura 25. Nivel del Mar, m

— 0.06 — Líneas iguales del Nivel del Mar cada 0.01 m

En agosto los valores altos se observan en la costa norte entre los 4°50' y 7°N con un máximo de 0.056 m, desde allí hacia el suroccidente hasta los 2°10'-3°15'N el NM disminuye hasta un valor promedio de 0.001 m, pero los mínimos se registran en los extremos de la CPC. En el noroccidente el promedio es de -0.004 m y en el suroccidente es de -0.0025 m.

En septiembre los valores altos del NM se observan en la costa norte entre los 4° y 6°40'N con un máximo de 0.057 m. En el suroccidente entre 2° y 3°N el NM disminuye hasta un promedio de 0.01 m. Los mínimos se registran en el noroccidente con un valor promedio de -0.013 m.

En octubre la distribución de los valores del NM es muy parecida a la de septiembre. Los valores altos se observan en la costa norte entre los 5° y 6°20'N con un máximo de 0.092 m, disminuyendo hacia el suroccidente. El NM disminuye hasta un promedio de 0.029 m. Los mínimos se registran en el noroccidente donde el promedio es de -0.0047 m.

En noviembre los valores altos se observan en la costa norte entre los 4°30' y 7°10'N con un máximo de 0.192 m, disminuyendo hacia el occidente. El NM en la parte abierta tiene un mínimo de 0.033 m.

En diciembre se observa un cambio en la distribución del NM. Los valores más bajos se registran en la costa sur de la CPC con un valor promedio de -0.006 m y los más altos en el noroccidente de la CPC con un máximo de 0.041 m.

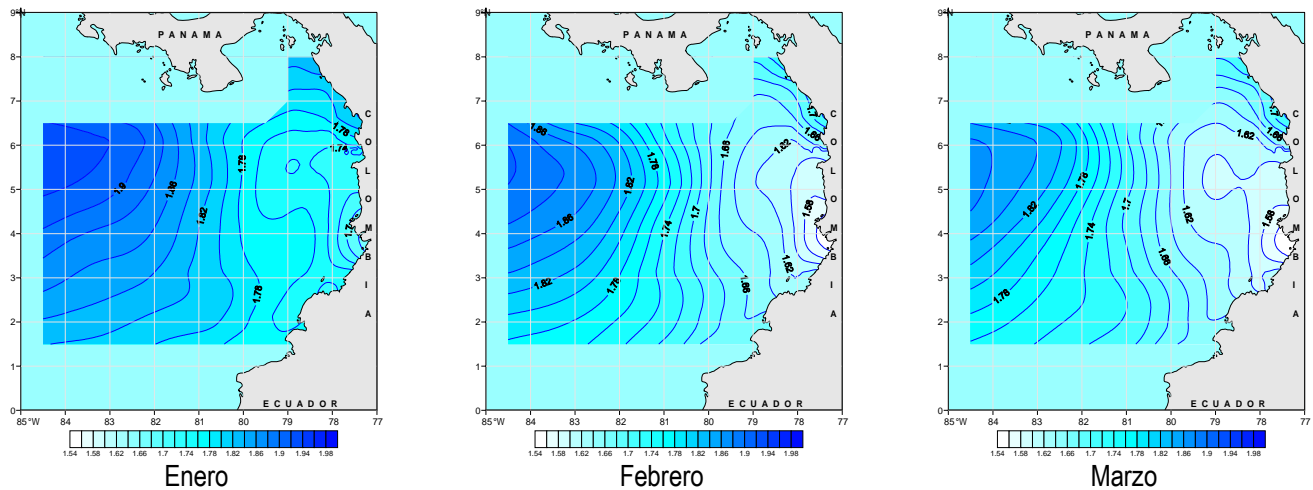
En general el NM durante el año climático se ve un mínimo más bajo en febrero, después aumentan los valores hasta junio. De junio a agosto se observa una disminución del NM y el máximo más alto del año se registra en noviembre. De noviembre a diciembre se ve nuevamente una disminución.

#### 4.9. ALTURA DE SUPERFICIE LIBRE DEL MAR

La distribución de la altura de la superficie libre (ASL) en la CPC en enero (Fig.26) muestra los valores más bajos en toda la costa excepto en la parte norte. En el centro de la costa el valor mínimo registrado es de 1.69 m en los 4°N, en la costa sur el valor promedio es de 1.76 m, en la costa norte los valores oscilan entre 1.8 y 1.83 m. Desde la costa hacia el océano abierto la ASL aumenta, la máxima altura se observa en la parte noroccidental con el máximo de 1.937 m. En el extremo suroccidental la CPC presenta un valor promedio de 1.82 m.

En febrero la distribución de la ASL es muy parecida a la de enero. Los valores más bajos se registran en la parte central de la costa con el mínimo de 1.56 m en los 4°N. En la costa sur la ASL aumenta un poco hasta un promedio de 1.67 m. En la costa norte los valores oscilan entre los 1.69 y 1.73 m. Los valores altos de la ASL se observan en el noroccidente de la CPC entre los 5° y 6°N con el máximo de 1.90 m. En el suroccidente el promedio es de 1.78 m.

En marzo la distribución general de la ASL es muy parecida a la de febrero y se observa una disminución de los valores con respecto a los meses anteriores. Los valores bajos se registran en la parte central de la costa con el mínimo de 1.56 m en los 4°N. En la costa sur la ASL aumenta un poco hasta un promedio de 1.66 m. En la costa norte los valores oscilan entre los 1.69 y 1.72 m. Los máximos se observan en la parte noroccidental entre los 4°30' y 6°15'N con el máximo de 1.87 m. En el extremo suroccidental de la CPC el promedio es de 1.76 m.



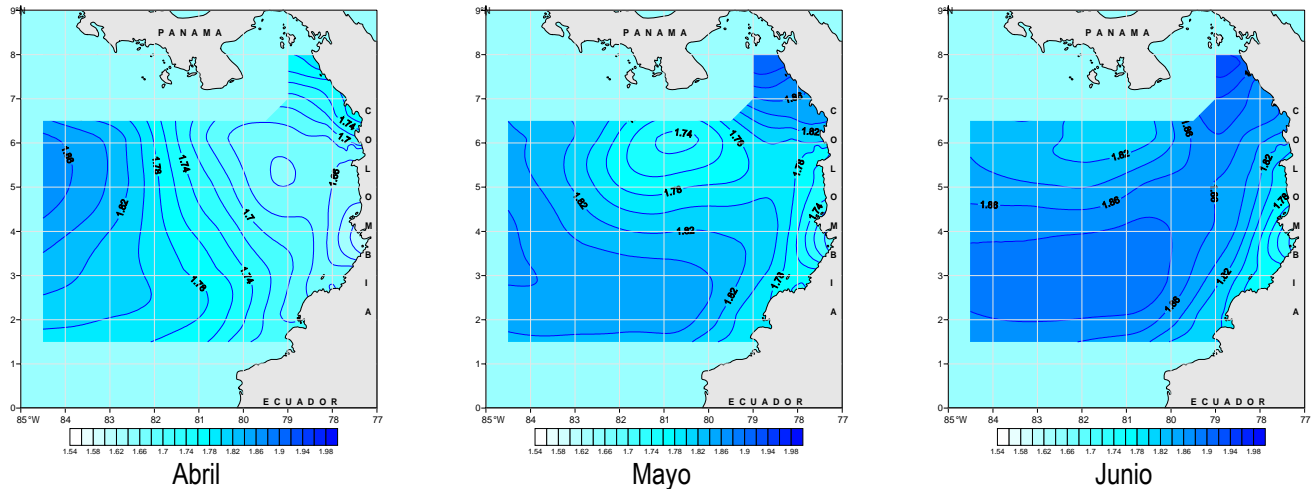


Figura 26. Altura de Superficie Libre del Mar, m

——— 1.6 ——— Líneas iguales de Altura del Superficie Libre del Mar cada 0.02 m

En abril la distribución general de la ASL es similar a los meses anteriores y se registra un aumento con respecto a marzo. Los valores bajos se observan en la parte central de la costa con el mínimo de 1.62 m en los 4°N. En la costa sur la ASL promedio es de 1.71 m. En la costa norte los valores oscilan entre los 1.75 y 1.79 m. Los valores altos se observan en la parte noroccidental de la CPC entre los 4°20' y 6°15'N con el máximo de 1.87 m. En el extremo suroccidental de la CPC el promedio es de 1.79 m.

En mayo se ve un pequeño aumento de los valores con respecto a abril. Los valores bajos se registran en dos regiones: el primero en la parte norte de la CPC entre los núcleos 80°10'-81°10'W y 5°45'-6°15'N con el mínimo de 1.73 m y, el segundo, en la parte central de la costa con el mínimo de 1.73 m en los 4°N. En la costa sur la ASL promedio es de 1.79 m. En la costa norte se observan los valores más altos del mes con oscilación entre los 1.85 y 1.9 m. Los valores de la ASL en el centro de la parte abierta de la CPC entre los 2°20' y 6°25'N tienen un máximo de 1.86 m. En el extremo suroccidental el valor promedio es de 1.83 m.

En junio la distribución de la ASL es distinta a la de mayo. Los valores bajos se registran en dos regiones: en la parte norte de la CPC entre los 80°15' y 82°25'W con un mínimo de 1.81 m, y en la parte central de la costa con el mínimo de 1.74 m en los 3°32'N. En la costa sur la ASL promedio es de 1.80 m. Los valores altos se registran desde la costa norte hasta el extremo suroccidental. En la parte costera norte el promedio es de 1.92 m, en el extremo suroccidental de la CPC el promedio es de 1.86 m.

La distribución de julio (Fig.27) es muy parecida a la de junio. Los valores bajos se registran en la parte central de la costa con el mínimo de 1.74 m en los 3°32'N. En la costa sur la ASL promedio es de 1.80 m. El promedio de la ASL en el norte de la CPC es de 1.84 m. Los valores altos se observan en la costa norte con un máximo de 1.94 m desplazándose hacia el extremo suroccidental de la CPC, donde en los 82°30'W-3°N se ven valores de 1.90 m.

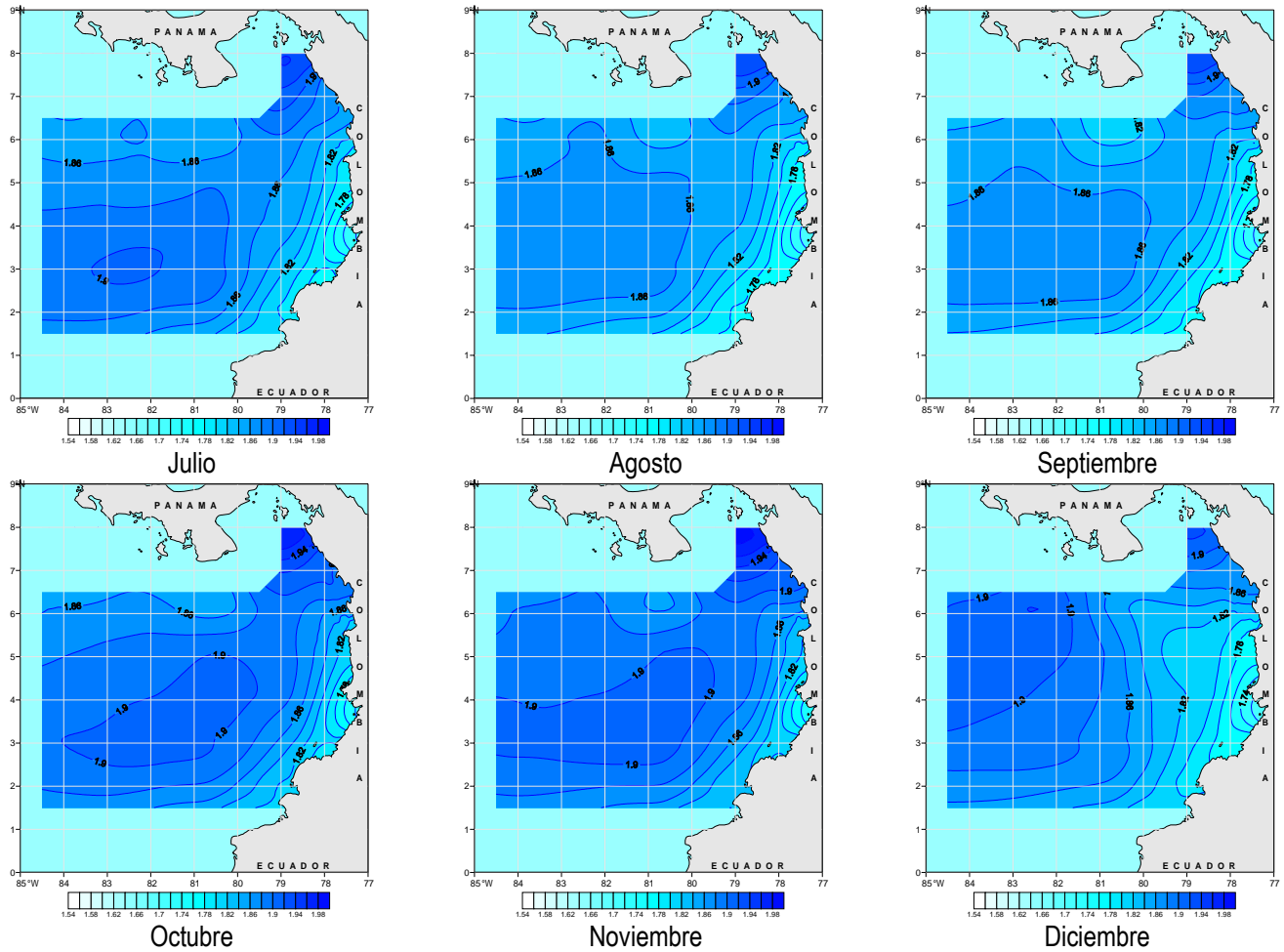


Figura 27. Altura de Superficie Libre del Mar, m

— 1.6 — Líneas iguales de Altura del Superficie Libre del Mar cada 0.02 m

En agosto los valores bajos de la ASL se observan en la costa de la CPC con el mínimo 1.73 m en los 3°45'N. En la costa sur la ASL promedio es de 1.78 m. La mayor parte de la CPC presenta valores altos. En la parte central y abierta la ASL oscila alrededor de 1.86 m. En el norte de la CPC los valores oscilan entre 1.83 y 1.86 m. Los valores altos de la ASL se registran en la costa norte de la CPC con el máximo de 1.93 m.

En septiembre la distribución es parecida a la de agosto. Los valores más bajos de la ASL se observan en la costa con el mínimo de 1.72 m en los 3°45'N. En la costa sur la ASL promedio es de 1.78 m. La mayor parte de la CPC presenta valores relativamente altos. La parte central y abierta de la CPC oscila alrededor del valor 1.86 m. En el norte se forma un núcleo con valores bajos de altura entre los 80° y 81°20'W con un promedio de 1.81 m. Los mayores valores altos se registran en la costa norte con un máximo de 1.92 m.

En octubre la distribución es igual a la de septiembre con un aumento general de los valores. Las ASL bajas se observan en la costa de la CPC con el mínimo de 1.75 m en los 3°45'N. En la costa sur el promedio es de 1.82 m. En la mayor parte de la CPC se registran valores altos. En la parte central y abierta la ASL oscila alrededor de 1.90 m. En el norte el promedio es 1.85 m. Los mayores valores se registran en la costa norte con el máximo de 1.96 m.

En noviembre la distribución es igual a la de octubre. Los valores más bajos se registran en la costa de la CPC con el mínimo de 1.76 m en los 3°45'N. En la costa sur la ASL promedio es de 1.82 m. La mayor parte de la CPC la ASL varía alrededor de 1.90 m. En el norte varía entre 1.86 y 1.88 m. Los valores más altos se registran en la costa norte con un máximo de 1.99 m.

En diciembre se ve un pequeño cambio en la distribución de los valores con respecto a la de noviembre. Los valores mínimos de la ASL se registran en la costa de la CPC con el valor más bajo de 1.72 m en los 3°45'N. Desde este punto, los valores relativamente bajos se distribuyen hacia el noroccidente de la CPC dividiendo a la región en dos partes con valores altos. En la costa sur la ASL promedio es de 1.80 m. En el extremo suroccidental el valor promedio es de 1.86 m. En el extremo noroccidental de la CPC el promedio es de 1.90 m. Los valores más altos se registran en la costa norte de la CPC con el máximo de 1.92 m.

En general en la ASL durante el año climático se ve un mínimo más bajo en marzo, después se registra un aumento de los valores hasta julio. Desde julio hasta septiembre se observa una disminución. El mayor máximo del año se registra en noviembre. De noviembre a diciembre se ve una disminución.

## 5. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE VARIABLES OCEANO-ATMOSFÉRICAS SOBRE EL CARIBE COLOMBIANO

### 5.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

Las condiciones de Temperatura Superficial del Mar (TSM) en enero (Fig.28) se presentan con bajas temperaturas en la parte oriental del Caribe Colombiano (CC) y con aguas más cálidas en la parte occidental. Los valores más altos de la TSM se observan en la costa occidental (aguas de Panamá y en la frontera entre Panamá y Colombia) con un valor de 27.7° C. Desde ahí los valores disminuyen a lo largo de la costa hacia la península de la Guajira, donde se registra un núcleo de TSM baja con un valor de 25.3° C. A partir de la punta de la península los valores de la TSM aumentan gradualmente en todas las direcciones. Entre los 73°-75°W la TSM varía entre los 25.8° y 26.5°C, en el golfo de Morrosquillo la TSM es de 27.6°C. En el extremo nororiental del CC la TSM es de 26.5°C, en el extremo del noroccidente es de 27°C.

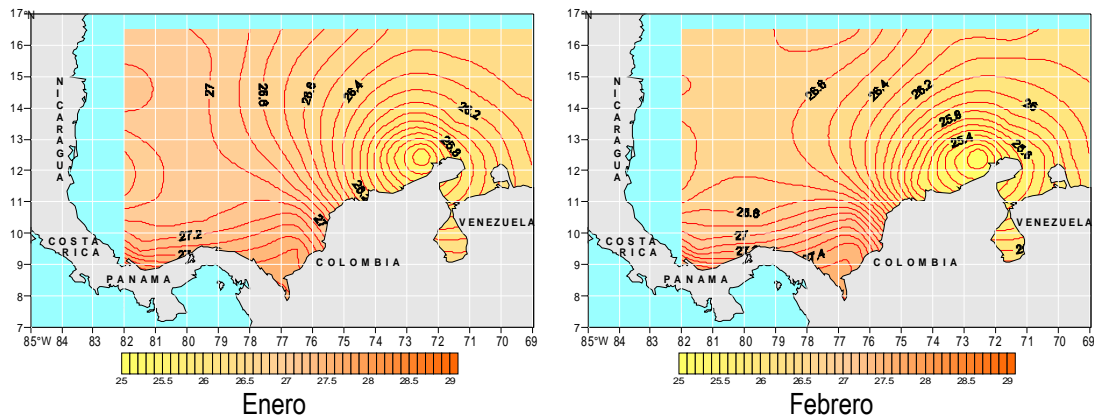
En febrero la distribución de la TSM es parecida a la de enero. Las TSM más altas se observan en la costa occidental con un valor de 27.5° C, disminuyendo a lo largo de la costa hacia la península Guajira, donde el valor más bajo de la TSM es de 25° C. Desde la punta de la península los valores de la TSM aumentan nuevamente en todas las direcciones. Desde los 73° hasta los 75°W la TSM varía entre 25.4° y 26°C. En el golfo de Morrosquillo la TSM promedio es de 27.5°C. En el nororiente del CC la TSM es de 26.3°C, en el noroccidente es de 26.6°C. En febrero se nota una leve disminución de la TSM con relación a enero.

En marzo los valores máximos de la TSM se observan en la costa occidental del CC con un máximo de 27.7°C. Los valores bajos siguen siendo registrados en la península de la Guajira con el valor mínimo de 24.4°C. Los valores promedios de la TSM en el nororiente es de 26.3°C y en el noroccidente es de 26.7°C. En los 73°W la TSM es igual a 25.8°C y en los 75°W la TSM es de 26.3°C. En el golfo de Morrosquillo la TSM es de 27.5°C. Se nota un leve aumento de la TSM con relación al mes anterior.

En abril la imagen de la distribución de la TSM sigue siendo parecida a la de los meses anteriores. Los valores máximos de la TSM se registran en la costa occidental del CC con un valor máximo de 27.9°C. Los valores bajos se observan en la península de la Guajira con un mínimo igual 25.6°C. Los valores promedios de la TSM en nororiente es de 26.8°C y en el noroccidente es de 27.1°C. Entre los 73° y 75°W la TSM cambia desde los 26°C hasta los 26.5°C, en el golfo de Morrosquillo la TSM promedia es de 27.8°C. También se observa un leve aumento de la TSM con relación al mes anterior.

En mayo los valores altos de la TSM se observan en el golfo de Morrosquillo con un valor de 28.6°C y en la parte occidental del CC entre los 14 y 15°N con un valor de 28.5°C. Las TSM bajas se observan en la península de la Guajira con un mínimo de 26.4°C. Los valores promedios de la TSM en el nororiente es de 27.4°C y en el noroccidente es de 28.2°C. En los 73° y 75°W la TSM varía desde los 26.8°C hasta los 27.5°C. Sigue el aumento general de la TSM con relación al mes anterior.

En junio los valores altos de la TSM se observan en la costa occidental del CC, con el máximo en el golfo de Morrosquillo igual a 28.9°C. Los valores bajos se observan en la península de la Guajira con el mínimo igual a 27.1°C. Los valores promedios de la TSM en el nororiente del CC son del orden de 27.8°C y en el noroccidente es de 28°C. Entre los 73° y 75°W la TSM cambia desde los 27.4°C hasta los 27.7°C. Sigue el aumento general de la TSM con relación al mes anterior.



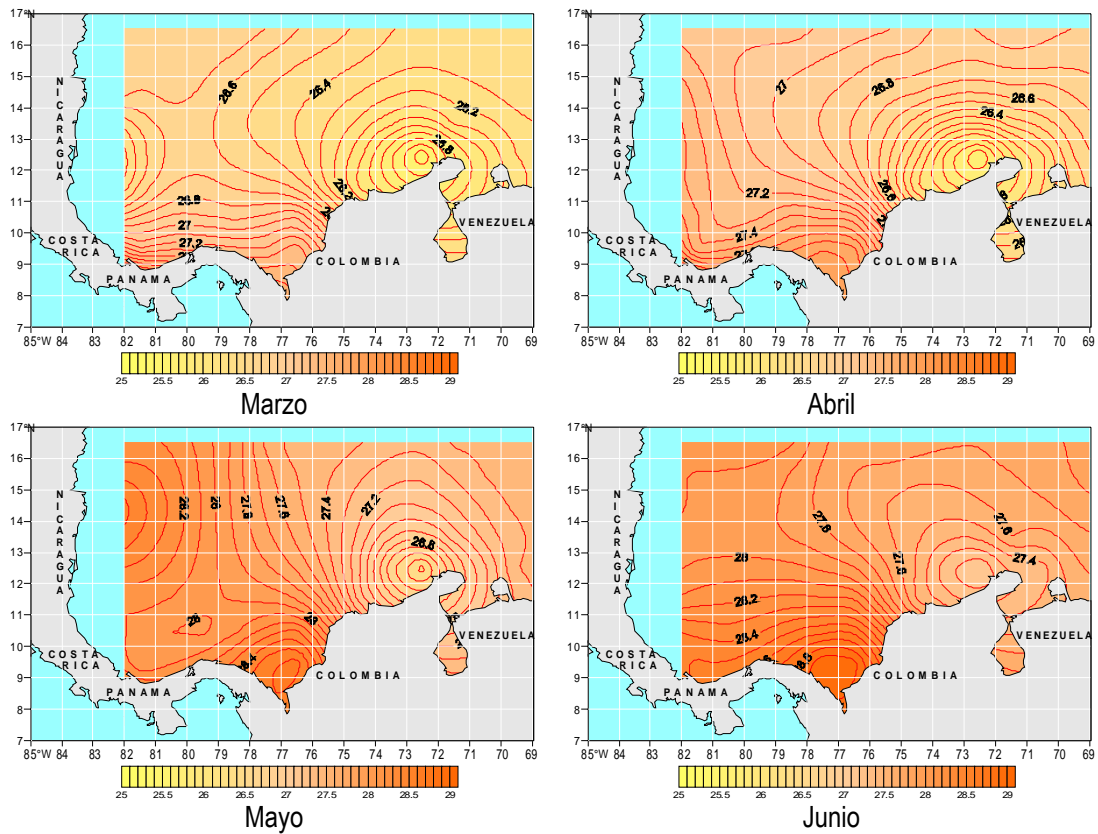


Figura 28. Temperatura Superficial del Mar, °C

— 27 — Líneas iguales de Temperatura del Mar (isotermas) cada 0.1 °C

En julio (Fig.29) los valores más altos de la TSM se observan en el golfo de Morrosquillo con un máximo de 28.7°C. Los valores bajos se observan en la península de la Guajira con un mínimo de 26.4°C. Desde la península hacia el norte del CC los valores de la TSM aumentan, en el extremo nororiente del CC tiene un valor promedio de 28.1°C y en el extremo del noroccidente el valor promedio es de 27.9°C. Desde los 73° hasta los 75°W la TSM varía desde 26.9°C hasta 27.3°C. Se observa una pequeña disminución de la TSM con relación a junio.

En agosto los valores más altos de la TSM se observan en el golfo de Morrosquillo con un valor de 28.6°C, en la parte occidental de la costa con un valor de 28.5°C y también en el norte del CC entre los 76-77°W con un valor de 28.5°C. Los valores bajos se observan en la península de la Guajira con un mínimo de 26.8°C. En el extremo nororiente del CC el valor promedio es de 28.2°C y en el extremo del noroccidente el valor promedio es de 28.1°C. Desde los 77°W hacia el occidente en la parte central del CC la TSM oscila alrededor de los 28°C. En los 73° la TSM es igual a 27.2°C, en los 75°W la TSM es de 27.6°C. En agosto se nota un aumento de la TSM con relación a los meses anteriores.

En septiembre los valores altos de la TSM se observan en el golfo de Morrosquillo con un valor de 29°C, al igual que en la costa de Panamá con un valor de 28.9°C y también en el norte del CC con un valor promedio de 28.8°C. Los valores bajos se observan en la península de la Guajira con un mínimo de

27.9°C. Desde los 73° hasta los 75°W la TSM cambia desde 28.1°C hasta 28.4°C. Sigue el aumento de la TSM con relación a los meses anteriores.

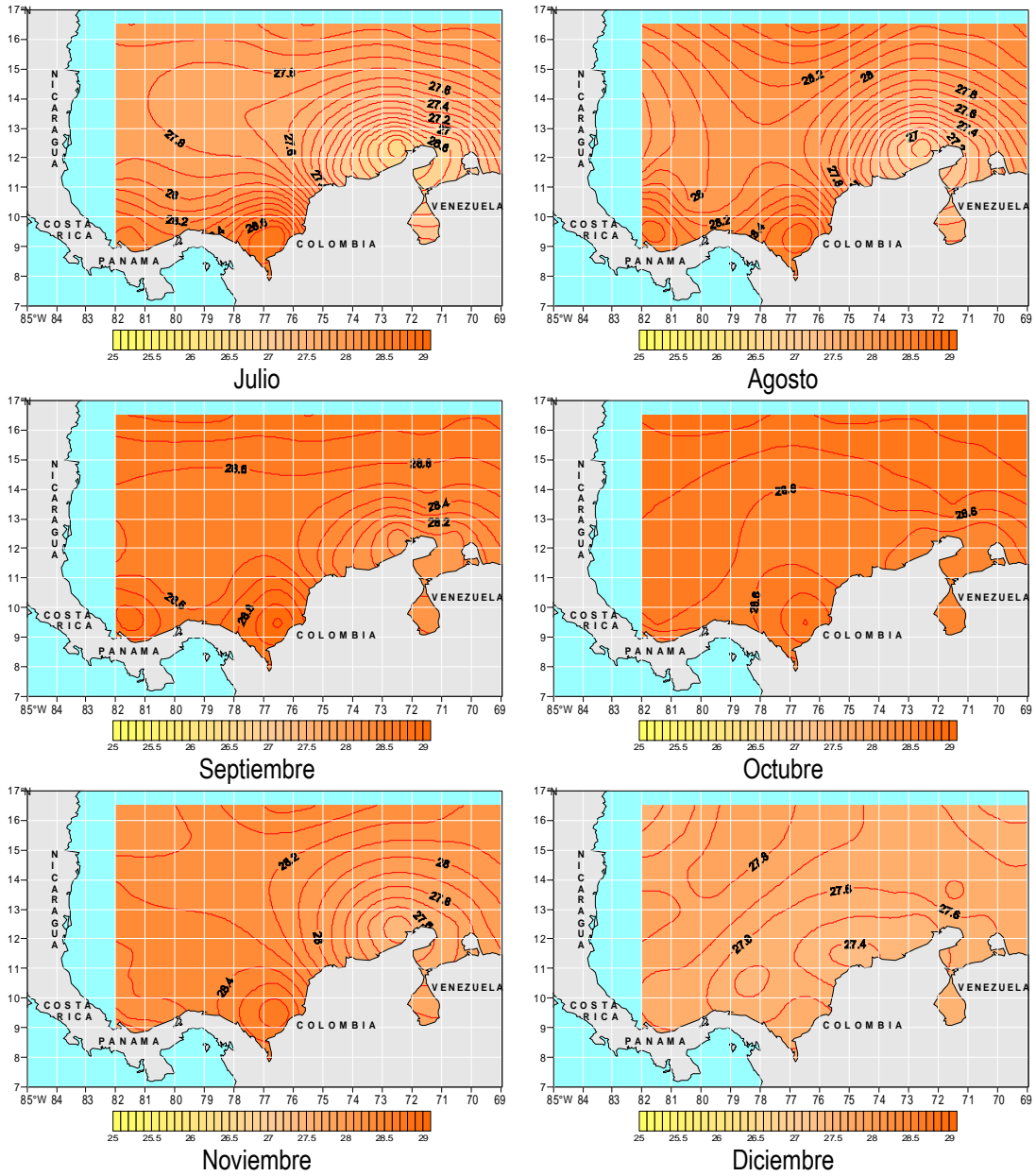


Figura 29. Temperatura Superficial del Mar, °C

— 27 — Líneas iguales de Temperatura del Mar (isotermas) cada 0.1 °C

En octubre la distribución de la TSM se observa relativamente homogénea con relación a la de los meses anteriores. Los valores más altos se observan en el golfo de Morrosquillo y en la parte norte del CC con

un promedio igual a 28.8°C, el resto del CC oscila entre 28.5 y 28.7°C. En octubre se registran los máximos valores de TSM en el año.

En noviembre se observa un ligero enfriamiento de la TSM y de nuevo aparece un núcleo con valores más bajos en la península de la Guajira con un mínimo de 27.4°C. Los valores más altos de la TSM se observan en el golfo de Morrosquillo con un máximo de 28.7°C. Entre los 73° y 75°W la TSM varía desde 27.6°C hasta 28°C. En los extremos del CC en el nororiente y en el noroccidente la TSM promedio es de 28.1°C.

En diciembre también se observa un ligero enfriamiento de la TSM. La distribución de la TSM es relativamente homogénea, los valores más bajos de la TSM se observan entre los 78-79°W y los 10-11°N, y también entre los 74-75°W y 11-12°N con un mínimo de 27.4°C. En el resto del CC la TSM oscila entre 27.4 y 27.8°C.

En general se observa desde enero hasta febrero un pequeño enfriamiento de las aguas, desde febrero hasta octubre se registra un calentamiento y desde octubre hasta diciembre nuevamente empieza un enfriamiento.

Para el Caribe Colombiano fueron tomados seis puntos (Fig.30) para los cuales fueron determinadas las oscilaciones anuales de la TSM que se muestra en la Figura 31.

Los valores medios anuales para cada punto son los siguientes: para el punto 1 la TSM promedio es de 27.99 °C; para el punto 2 es de 28.18 °C, para el 3 es de 26.6 °C, para el 4 es de 27.65 °C, para el 5 es de 27.76 °C y para el 6 es de 27.57 °C. De acuerdo a estos valores, la región representada por el punto 3 tiene la TSM relativamente más fría y la representada por el punto 2 es la más cálida del año.

Observando las oscilaciones climatológicas para los puntos de referencia, es posible notar que en los puntos 1 y 2 hay una oscilación monomodal, con el mínimo en febrero y marzo y valores de 27.08° y 27.21°C respectivamente, y, con un máximo que se registra en septiembre y junio, con valores 28.9° y 28.97°C.

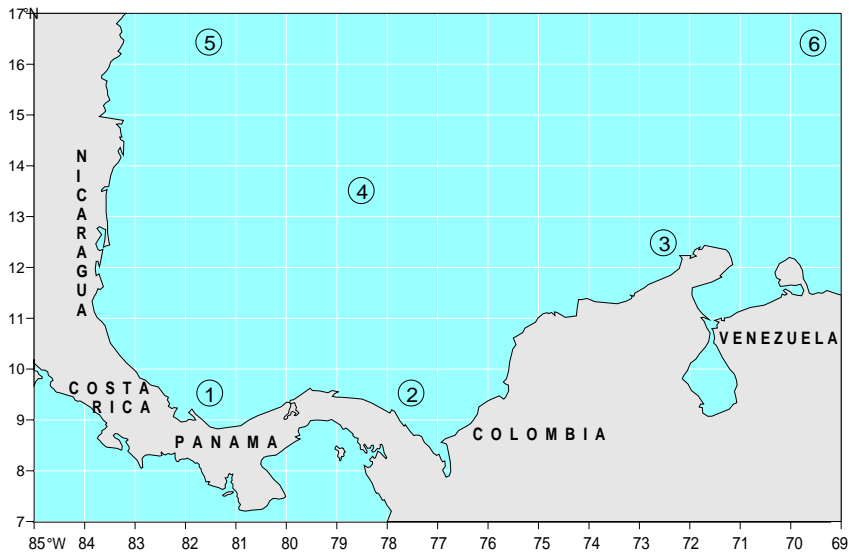
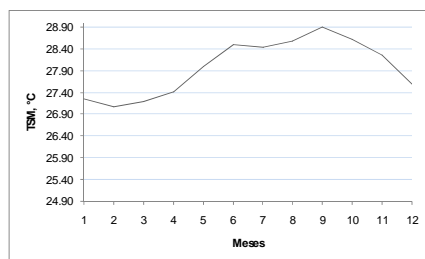


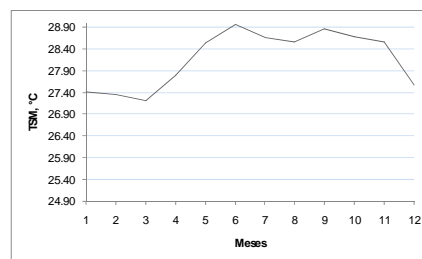
Figura 30. Puntos de referencia para la descripción de las oscilaciones de variables océano – atmosféricas en el Caribe Colombiano

En los puntos 2, 3, 4 y 5 se observan dos máximos y dos mínimos. El primer mínimo se registra en febrero en el punto 3 con un valor de  $24.98^{\circ}\text{C}$  y en el punto 5 con un valor de  $26.64^{\circ}\text{C}$ . El primer mínimo se observa en marzo en el punto 2 con un valor de  $27.21^{\circ}\text{C}$  y en el punto 4 con un valor de  $26.52^{\circ}\text{C}$ . El segundo mínimo se observa en agosto en el punto 2 con un valor de  $28.55^{\circ}\text{C}$  y en julio en el punto 3 con un valor de  $26.41^{\circ}\text{C}$ , en el punto 4 con un valor de  $27.71^{\circ}\text{C}$  y en el punto 5 con un valor de  $27.98^{\circ}\text{C}$ . En el punto 2 el primer máximo se observa en junio con un valor de  $28.97^{\circ}\text{C}$  y el segundo máximo en septiembre con un valor de  $28.86^{\circ}\text{C}$ . En los puntos 3, 4 y 5 el primer máximo se registra en octubre con unos valores de  $28.46^{\circ}\text{C}$ ,  $28.61^{\circ}\text{C}$  y  $28.8^{\circ}\text{C}$  respectivamente, el segundo máximo se observa en junio en el punto 3 con un valor de  $27.1^{\circ}\text{C}$ , en mayo en el 4 con un valor de  $27.9^{\circ}\text{C}$  y en el punto 5 con un valor de  $28.2^{\circ}\text{C}$ .

La mayor amplitud de la oscilación anual de la TSM se registro en el punto 3 con un valor de  $3.48^{\circ}\text{C}$  y la mínima amplitud se registra en el punto 2 con un valor de  $1.77^{\circ}\text{C}$ .



*Punto I*



*Punto II*

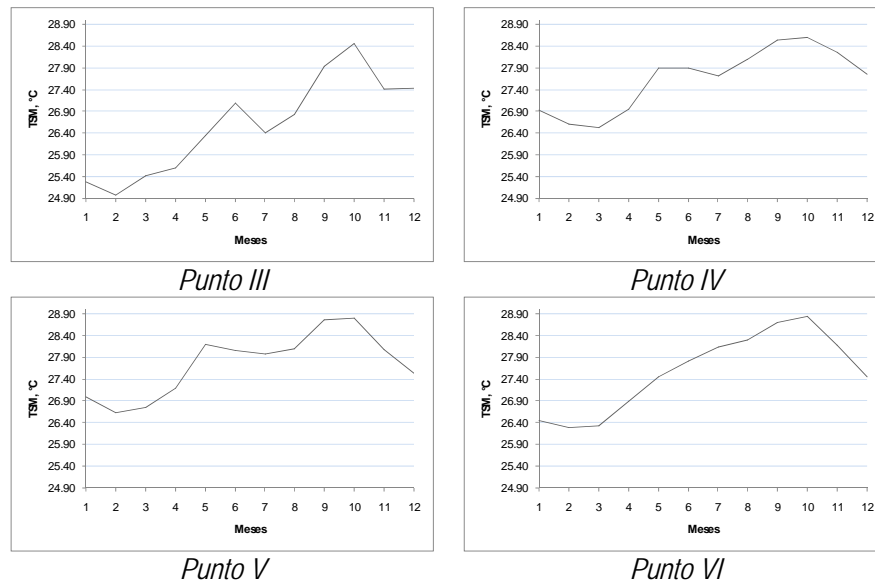


Figura 31. Oscilaciones anuales de TSM en °C que caracterizan a los puntos seleccionados en el CC.

## 5.2. SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR

Las condiciones de Salinidad Superficial del Mar (SSM) para enero (Fig.32) muestran las aguas con baja salinidad en la parte costera de Panamá con un valor de 33.79 psu y en el golfo de Morrosquillo con un valor de 34.8 psu. Los valores más altos de la salinidad se observan cerca de la península de la Guajira con un valor máximo de 36.27 psu. En el norte y en el extremo nororiente del CC la salinidad varía alrededor de los 35.3 psu, en la parte central la salinidad varía entre los 35.5-35.8 psu y en el extremo noroccidental la salinidad promedio es de 36 psu.

En febrero las aguas con baja salinidad siguen ubicadas en la parte costera de Panamá con un valor de 34.2 psu. El máximo de la salinidad se observa en la parte costera de Colombia entre los 73°40'-75°35'W con un máximo de 36.7 psu. En el golfo de Morrosquillo la salinidad es intermedia entre la más baja y la más alta con un valor promedio de 35.8 psu. En toda la parte norte del CC la salinidad varía entre 35.5 y 35.9 psu, en la parte central la salinidad varía entre los 35.8-36.2 psu. En febrero se registró una ligera disminución general de la salinidad con relación a enero.

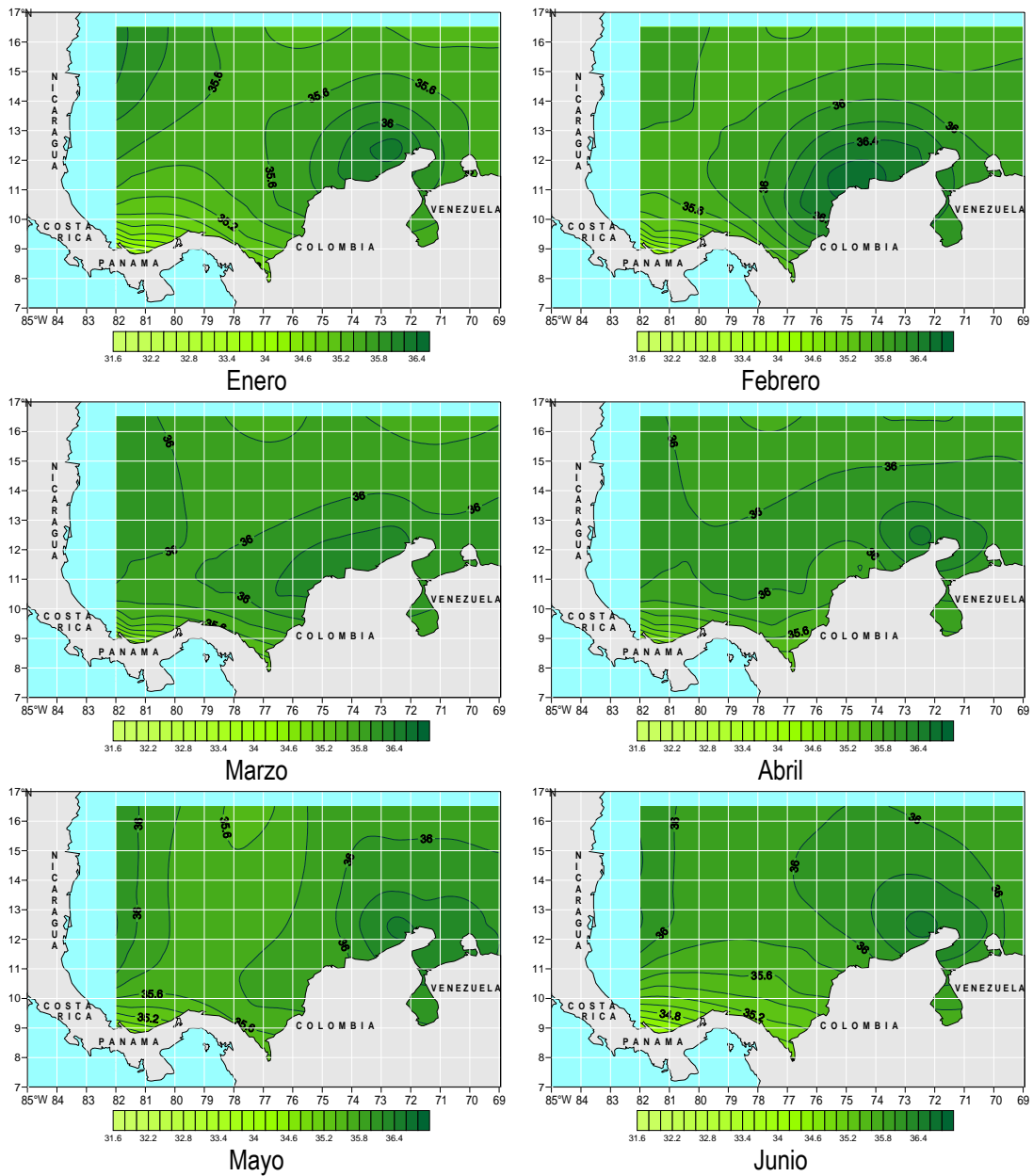


Figura 32. Salinidad Superficial del Mar, psu

33 ———— Líneas iguales de Salinidad del Mar (isohalinas) cada 0.2 psu

En marzo las aguas con baja salinidad siguen siendo ubicadas en la costa Panameña con un valor mínimo de 34.5 psu, los máximos valores se observan en la parte costera de Colombia entre los 72°-75°30'W con un máximo promedio de 36.3 psu. En el golfo de Morrosquillo la salinidad es intermedia entre la más baja y la más alta con un valor promedio de 35.7 psu. En el norte del CC la salinidad varía entre 35.7 y 36 psu, en la parte central la salinidad varía entre los 35.9-36 psu. En este mes se registra un ligero aumento general de la salinidad con relación al mes anterior.

En abril las aguas menos saladas se registran en la costa Panameña con un valor mínimo de 34.7 psu, los máximos valores de la salinidad se observan en la península de la Guajira los 72°-73°W con un valor máximo promedio de 36.4 psu y en el golfo de Morrosquillo la salinidad es intermedia entre la más baja y la más alta con un valor promedio de 35.6 psu. En el norte del CC la salinidad varía entre 35.7 y 36 psu, en la parte central la salinidad varía entre 36 y 36.2 psu. En este mes se registra un aumento general de la salinidad con relación al mes anterior.

En mayo las aguas menos saladas se observan en la costa de Panamá con un valor mínimo de 34.8 psu, las aguas con salinidad alta se registran en un núcleo en los 72°30'W-12°30'N con un valor máximo promedio de 36.4 psu. En el golfo de Morrosquillo la salinidad es de 35.6 psu. En el extremo del nororiente del CC la salinidad es de 35.9 psu, en la parte norte central la salinidad varía entre 35.5 y 35.8 psu y en el extremo del noroccidente la salinidad es de 36.1 psu. En la parte central del CC la salinidad varía entre 35.7 y 36.2 psu. En mayo se registra un aumento general de la salinidad con relación al mes anterior.

En junio las aguas de baja salinidad se encuentran en la costa de Panamá con un valor mínimo de 34.3 psu, las aguas con la salinidad alta se registran con un núcleo en los 72°30'W-12°30'N con un valor máximo promedio de 36.4 psu. En el golfo de Morrosquillo la salinidad promedio es de 35.2 psu. En el extremo del nororiente y en la parte norte central del CC la salinidad es de 35.9 psu y en el extremo del noroccidente la salinidad promedio es de 36.1 psu. En la parte central del CC la salinidad promedio es de 35.9 psu. En este mes se registra una ligera disminución general de la salinidad con relación al mes anterior.

En julio (Fig.33) las aguas de baja salinidad se encuentran en la costa de Panamá con un valor mínimo de 34.2 psu, las aguas con la salinidad alta se registran en la península de la Guajira con un núcleo en los 72°30'W-12°30'N con un valor máximo promedio de 36.8 psu. En el golfo de Morrosquillo la salinidad promedio es de 35.4 psu. En el extremo del nororiente y en la parte norte central del CC la salinidad promedio es de 35.7 psu y en el extremo del noroccidente la salinidad promedio es de 36.1 psu. En la parte central del CC la salinidad promedio es de 35.9 psu. En este mes se registra una ligera disminución general de la salinidad con relación al mes anterior.

En agosto la imagen de la distribución de la salinidad cambia con relación a los meses anteriores. Las aguas de baja salinidad se encuentran en la costa de Panamá con un valor mínimo de 34.2 psu y en el extremo nororiental del CC con un valor un poco más elevado de 34.9 psu. Las aguas más saladas se encuentran desde el extremo noroccidental hacia la costa colombiana con los valores de salinidad entre 35.9 y 36 psu. En agosto se nota un ligero aumento de salinidad general con relación al mes anterior.

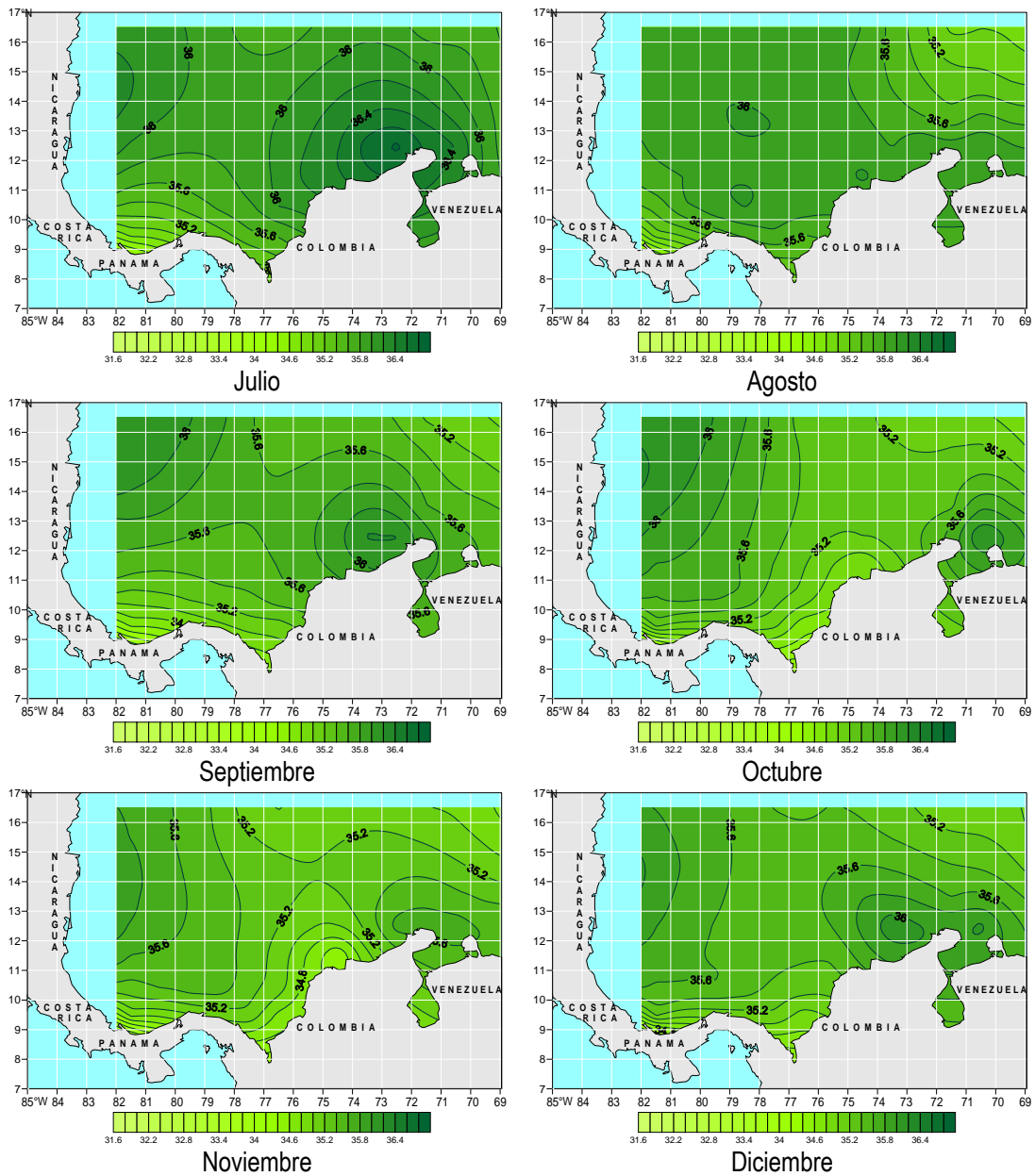


Figura 33. Salinidad Superficial del Mar, psu

33

——— Líneas iguales de Salinidad del Mar (isohalinas) cada 0.2 psu

En septiembre, también como en agosto, la salinidad baja se observa en la costa de Panamá con un valor mínimo de 34 psu y en el extremo nororiental del CC con 34.9 psu. Las aguas más saladas se encuentran en el extremo noroccidental y, en la península de la Guajira formando dos núcleos, en el extremo noroccidente la salinidad promedio es de 36.1 psu y en la península es de 36.2 psu. En septiembre se observa un aumento de salinidad general con relación al mes anterior.

En octubre la distribución de la salinidad cambia un poco con relación al mes anterior. La salinidad baja se observa en la costa de Panamá con un valor mínimo de 34.2 psu, estas aguas empiezan a prolongarse por toda la costa colombiana hacia la península de la Guajira y, también se ven las aguas de baja salinidad en el extremo nororiental del CC con un valor de 34.8 psu. Las aguas más saladas se dividen por la presión de las aguas con baja salinidad formando dos regiones, una se encuentra en el extremo noroccidental con un valor promedio de 36.1 psu y otra atrás de la península de la Guajira con un núcleo entre 70 y 71°W con un valor promedio de 36.1 psu. En este mes se observa el máximo de concentraciones de salinidad general del año.

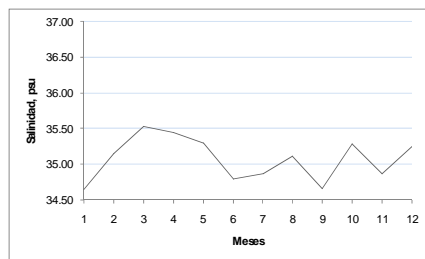
En noviembre la salinidad baja se observa en la costa de Panamá con un valor mínimo de 33.9 psu y las aguas de baja salinidad que se encontraban en toda la costa colombiana, en noviembre suben hacia la península de la Guajira con unos valores de salinidad promedio de 34.5 psu. Las aguas de baja salinidad en el extremo nororiental del CC se distribuyen hacia el norte central del CC donde varía entre 34.7 y 35 psu. Las aguas más saladas se encuentran en la parte occidental del CC con un valor promedio de 35.9 psu y en la punta de la península de la Guajira con un valor promedio de 35.6 psu. En este mes se observa una disminución de salinidad general con relación al mes anterior.

En diciembre la baja salinidad se observa en la costa de Panamá con un valor mínimo de 34.1 psu y las aguas de baja salinidad que se encontraban en toda la costa colombiana, en diciembre pierden su posición bajando hacia el golfo de Morrosquillo donde la salinidad promedio es de 34.8 psu. Las aguas de baja salinidad en el extremo nororiental del CC tienen un valor promedio de 34.9 psu. Las aguas más saladas se encuentran en la parte occidental del CC con un valor promedio de 36 psu y otro núcleo se observa entre los 72°20'-74°W y 12°-13°N con un valor de 36.1 psu. En diciembre se registra una disminución de salinidad general con relación al mes anterior.

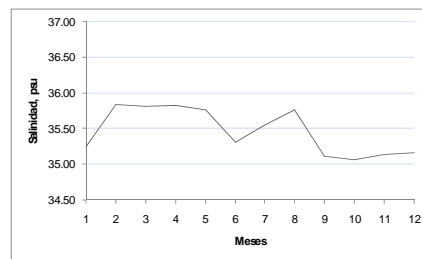
En general se observa que, la salinidad desde enero hasta febrero disminuye sus valores, desde febrero hasta octubre se registra un aumento de salinidad y desde octubre hasta diciembre nuevamente se ve una disminución.

Para los seis puntos de referencia (Fig.30) se presentan las oscilaciones anuales de la salinidad (Fig. 34).

Los valores medios anuales para cada punto son los siguientes: para el punto 1 la salinidad promedia es de 35.08 psu, para el 2 es de 35.46 psu, para el punto 3 es de 36.2 psu, para el punto 4 es de 35.76 psu, para el 5 es de 36.06 psu y para el punto 6 es de 35.43 psu. En el punto 1 se registran las aguas de más baja salinidad y en el punto 3 las de más alta salinidad del año.



Punto I



Punto II

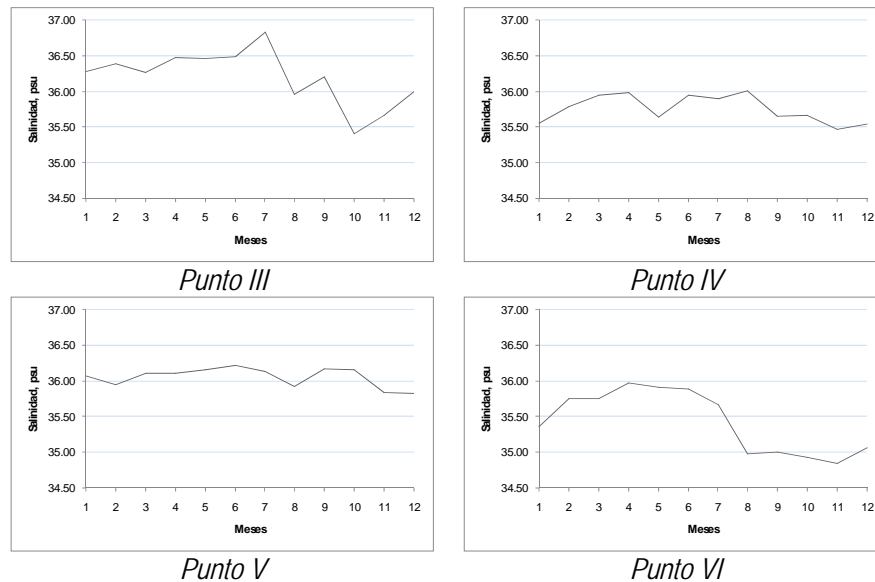


Figura 34. Oscilaciones anuales de SSM en psu que Caracterizan a los puntos seleccionados en el CC.

Observando las oscilaciones climatológicas para los puntos, es posible hablar de una oscilación monomodal. En el punto 1 un máximo se registra en marzo con un valor de 35.53 psu y un mínimo se observa en enero con un valor de 34.64 psu. En el punto 2 el máximo se registra en febrero con un valor de 35.84 psu y el mínimo se observa en octubre con un valor de 35.06 psu. En el punto 3 el máximo se registra en julio con un valor de 36.83 psu y el mínimo se observa en octubre con 35.40 psu. En el punto 4 el máximo se registra en agosto con un valor de 36.01 psu y el mínimo se observa en noviembre con 35.48 psu. En el punto 5 el máximo se registra en junio con un valor de 36.22 psu y el mínimo en diciembre con 35.82 psu. En el punto 6 el máximo se registra en abril con un valor de 35.98 psu y el mínimo se observa en noviembre con 34.84 psu.

La mayor amplitud de la oscilación anual de la salinidad se registró en el punto 3 con un valor de 1.43 psu y la mínima amplitud se registra en el punto 5 con un valor de 0.40 psu.

### 5.3. TEMPERATURA DEL AIRE

Las condiciones de la Temperatura del aire ( $T_a$ ) para enero (Fig.35) muestran enfriamiento sobre la península de la Guajira con un valor mínimo de 25.7°C. Los valores altos de  $T_a$  se observan en la costa de Panamá y en el golfo de Morrosquillo con un máximo de 27.1° C. En el centro del CC la  $T_a$  varía entre 26.4 y 26.8°C. En el extremo nororiental del CC la  $T_a$  promedio es de 26.1°C, en el extremo del noroccidente es de 26.4°C.

En febrero la  $T_a$  baja se observa sobre la península de la Guajira y en la costa de Venezuela, el núcleo de la temperatura baja se ubica entre los 72-73°W y 12-13°N con un valor de 25.7°C. En la costa de Panamá la  $T_a$  es de 27.6°C y en el golfo de Morrosquillo de 27.2°C. En el centro del CC la  $T_a$  varía entre

26.3 y 26.5°C. En el extremo nororiental del CC la Ta promedio es de 25.9°C, en el extremo del noroccidente es de 26.2°C. En este mes se nota una ligera disminución general de la Ta con respecto al mes anterior.

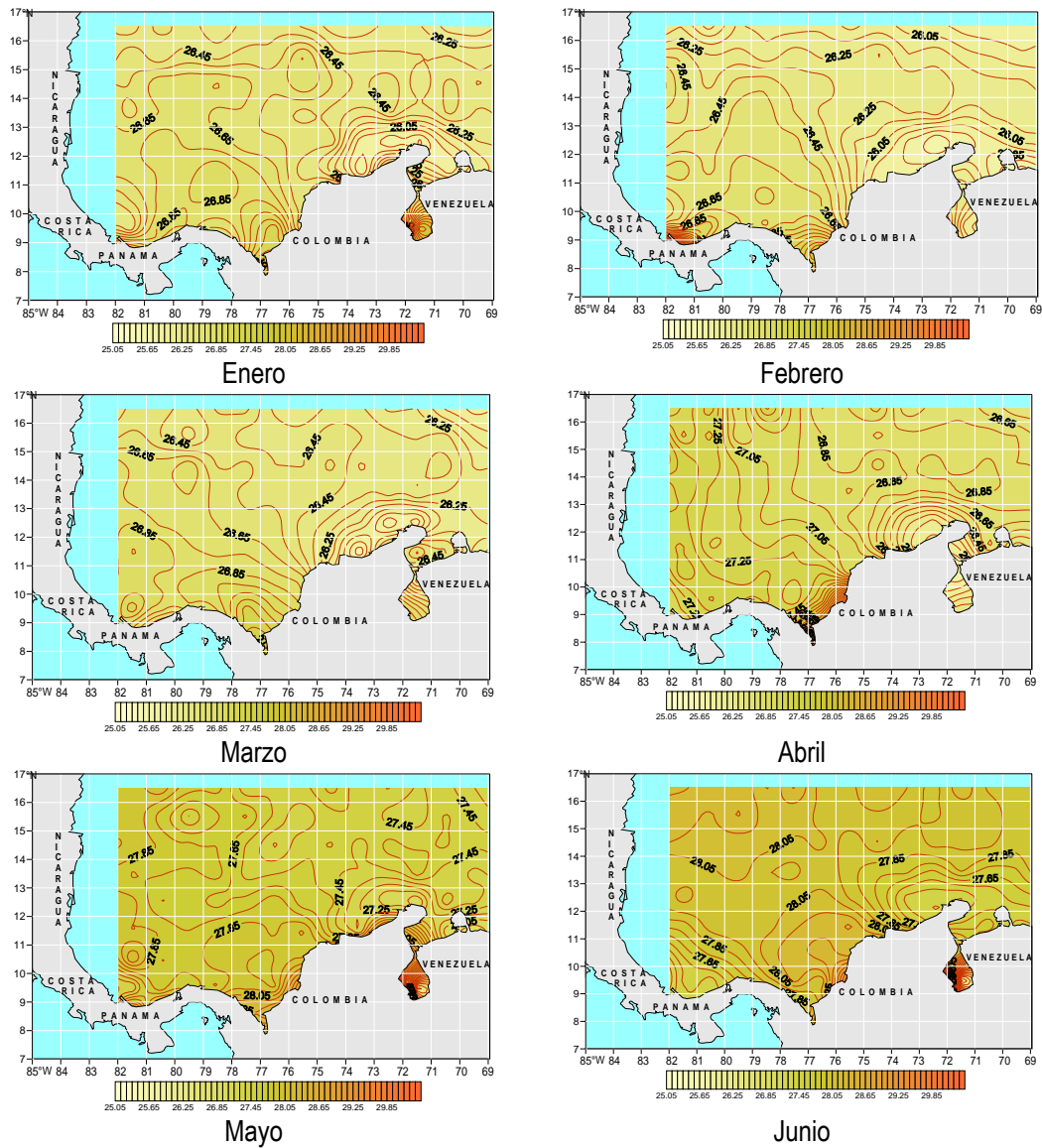


Figura 35. Temperatura del Aire sobre el Nivel del Mar, °C

— 27 — Líneas iguales de Temperatura del Aire (isotermas) cada 0.1 °C

En marzo la Ta baja sigue ubicada sobre la península de la Guajira expandiéndose a lo largo de la península con un valor promedio de 25.7°C. La Ta más alta se observa en el golfo de Morrosquillo con 27.3°C. En el centro del CC la Ta tiene un valor promedio de 26.5°C. En el extremo nororiental del CC la

Ta promedio es de 26°C, en el extremo del noroccidente es de 26.5°C. En marzo se observa un aumento de la Ta con respecto al mes anterior.

En abril el CC se puede partir en dos partes por los 75°W, siendo la parte occidental la más cálida y la parte oriental la más fría. La Ta más alta se registra en el golfo de Morrosquillo con 27.7°C. La Ta más baja se ubica sobre la península de la Guajira entre los 72 y 73°W con un valor de 25.9°C. En el centro del CC la Ta varía entre 26.8° y 27°C. En el extremo nororiental del CC la Ta promedio es de 26.6°C, en el extremo del noroccidente es de 27.2°C. En abril se observa un aumento de la Ta con respecto al mes anterior.

En mayo la Ta más alta se registra en el golfo de Morrosquillo con un valor de 28.2°C. La Ta más baja se ubica en la punta de la península de la Guajira con un valor de 27°C, desde allí hacia al sur sobre la costa colombiana la Ta aumenta. En el centro del CC la Ta varía entre 27.5° y 27.8°C. En el extremo nororiental del CC la Ta promedio es de 27.4°C, en el extremo del noroccidente es de 27.8°C. En mayo se registra un aumento de la Ta con respecto al mes anterior.

En junio la Ta más alta se observa en la costa de Colombia entre los 75 y 76°30'W con un núcleo en los 75°30'W-9°30'N y un valor de 29.2°C. Otra región con altos valores de la Ta se separa de la costa por las Ta más bajas que se registran en el extremo del noroccidente con un valor promedio de 28.2°C. La Ta más baja se ubica en la costa de Panamá con un valor de 27.2°C, desde allí hacia al nororiente se distribuye el aire relativamente frío hasta el extremo del nororiente con un valor de 28°C y el núcleo de la Ta más baja se observa en la península entre los 72 y 73°W con valor de 27.3°C. En junio se registra un aumento de la Ta con respecto al mes anterior.

En julio (Fig.36) la Ta más alta se observa en la costa de Colombia con un núcleo en los 75°30'W-10°30'N y un valor de 28.2°C, otra región con altos valores de Ta se observa en la parte norte del CC donde varía entre 28° y 28.2°C. La Ta más baja se ubica en la costa de Panamá con un valor de 27.1°C y en la península de la Guajira con un mínimo de 26.8°C. En julio se registra una leve disminución de la Ta con respecto al mes anterior.

En agosto la Ta más alta se observa en la costa de Colombia entre los 75°30' y 76°W con un valor de 28.4°C, desde allí el aire cálido se conecta con aires cálidos del norte donde la Ta varía entre 28.2° y 28.4°C. La Ta más baja se observa en la costa de Panamá con un valor de 26.9°C y cerca de la península de la Guajira con un núcleo en los 72°30'W-12°30'N y un valor mínimo de 27.4°C. En agosto se observa un aumento de la Ta con respecto al mes anterior.

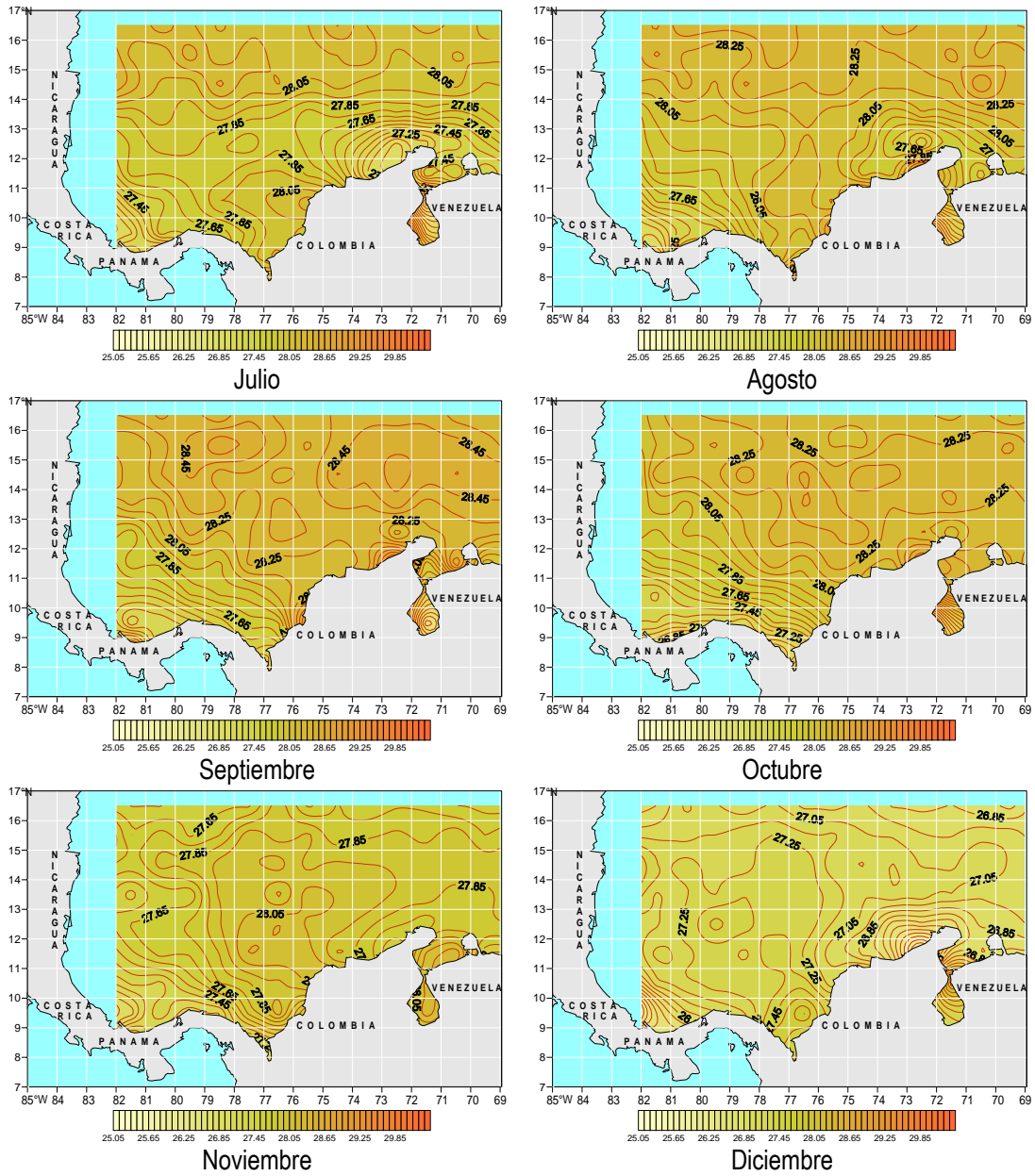


Figura 36. Temperatura del Aire sobre el Nivel del Mar, °C

— 27 — Líneas iguales de Temperatura del Aire (isotermas) cada 0.1 °C

En septiembre la  $T_a$  más baja se observa en la costa de Panamá con un valor de 27.1°C distribuyéndose hasta la costa colombiana, hasta el golfo de Morisquillo. Los valores más bajos de la  $T_a$  se registran sobre la costa de Venezuela con 26.4°C. El resto del CC tiene valores más elevados, en el centro del CC el valor promedio de la  $T_a$  es de 28.4°C, en el extremo del nororiente la  $T_a$  tiene un valor promedio de

28.3°C y en el extremo del noroccidente es también de 28.3°C, en algunos puntos del CC norte la Ta alcanza un valor de 28.6°C. En septiembre en el CC la Ta alcanza los valores más altos del año.

En octubre la Ta más baja se observa sobre la costa de Panamá y el golfo de Morrosquillo con un valor mínimo de 26.8°C, las mismas temperaturas se registran sobre la costa de Venezuela. El resto del CC tiene valores los más elevados de la Ta, en el centro del CC el valor promedio de la Ta es de 28.4°C, en el extremo del nororiente la Ta tiene un valor promedio de 28.3°C y en el extremo del noroccidente es de 28.1°C, en algunos puntos del CC norte la Ta máxima es de 28.5°C. En octubre la Ta sobre el CC disminuye sus valores con respecto al mes anterior.

En noviembre la Ta más baja se observa sobre la costa de Panamá y el golfo de Morrosquillo con un valor mínimo de 26.9°C. Los valores de la Ta más altos se registran en el centro del CC con el centro entre los 76-77°W y 12°N, conectándose con la costa colombiana entre los 75-75°30'W con un valor de 28.2°C, las mismas temperaturas se observan sobre la costa de Venezuela. El resto del CC tiene valores intermedios entre estos extremos y oscilan alrededor de los 27.85°C. En noviembre la Ta sobre el CC disminuye sus valores con respecto al mes anterior.

En diciembre la Ta más baja se observa sobre la costa de Panamá con un valor de 26.2°C y sobre la península de la Guajira con un valor de 25.8°C. Los Valores de la Ta más altos se registran en el golfo de Morrosquillo con un valor de 27.7°C y sobre la costa de Venezuela con un valor de 27.9°C. El centro del CC tiene valores alrededor de los 27.25°C, en el extremo del nororiente el valor promedio es de 26.9°C y en el extremo del noroccidente es de 27°C. En diciembre la Ta sobre el CC disminuye sus valores con respecto al mes anterior.

En general se observa que, la Ta sobre el CC desde enero hasta febrero disminuye sus valores, desde febrero hasta septiembre se registra un aumento de la Ta y desde septiembre hasta diciembre nuevamente se ve una disminución.

Para los seis puntos de referencia (Fig.30) se presentan las oscilaciones anuales de la Ta (Fig. 37). Los valores medios anuales de la Ta para cada punto son los siguientes: para el 1 la Ta promedia es de 26.99°C, para el punto 2 es de 27.53°C, para el 3 es de 26.87°C, para el punto 4 es de 27.56°C, para el 5 es de 27.41°C y para el punto 6 es de 27.2°C. En el punto 3 se registra la Ta más baja y en el 4 la más alta del año.

Oscilaciones bimodales se observan en los puntos 1 y 3, el primer mínimo en el punto 1 se registra en enero con un valor de 26.35°C, en el punto 3 en febrero con un valor de 26.77°C. El segundo mínimo en el punto 1 se ve en agosto con un valor de 26.98°C y en el punto 3 en julio con un valor de 26.91°C. El primer máximo en el punto 1 se registra en junio con un valor de 27.48°C y el segundo máximo en octubre con un valor de 27.26°C. En el punto 3 el primer máximo se observa en octubre con un valor de 28.14°C y el segundo en junio con un valor de 27.38°C.

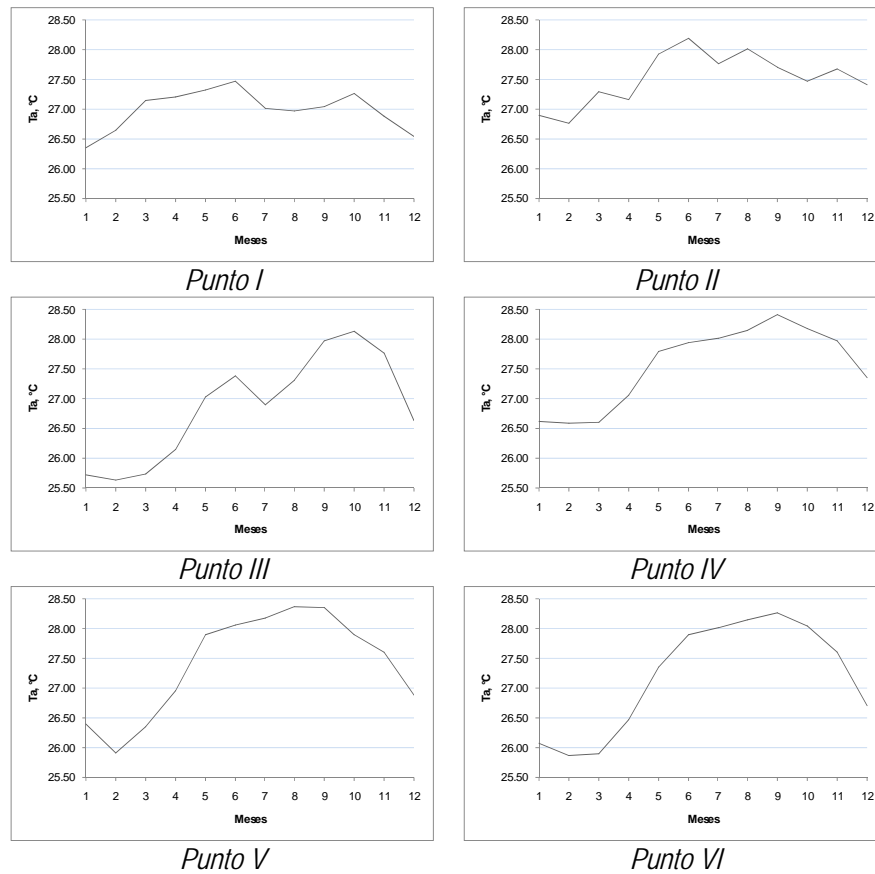


Figura 37. Oscilaciones anuales de la Temperatura del Aire en °C que caracterizan a los puntos seleccionados en el CC.

En los puntos 2, 4, 5 y 6 en el año se observa un máximo y un mínimo. En el punto 2 el máximo se ve en junio con un valor de 28.2°C y el mínimo en febrero con un valor de 26.77°C. En los puntos 4 y 6 el máximo se registra en septiembre con valores de 28.41°C y 28.27°C, en el punto 5 se ve en agosto con un valor de 28.38°C. El mínimo en los puntos 4, 5 y 6 se observa en febrero con los valores: 26.58°C, 25.91°C y 25.87°C respectivamente.

La mayor amplitud de la oscilación anual de la Ta se observa en el punto 3 con un valor de 2.51°C y la mínima amplitud se registra en el punto 1 con un valor de 1.12°C.

#### 5.4. HUMEDAD RELATIVA

En enero (Fig.38) los valores altos de la Humedad Relativa (Hr) se observan sobre toda la costa colombiana y varía entre 81 y 82.6%, un núcleo con los valores más altos del mes se registra cerca de la península de la Guajira entre los 72-73°W y 12-13°N con un valor de 85.2%. Desde la costa hacia el

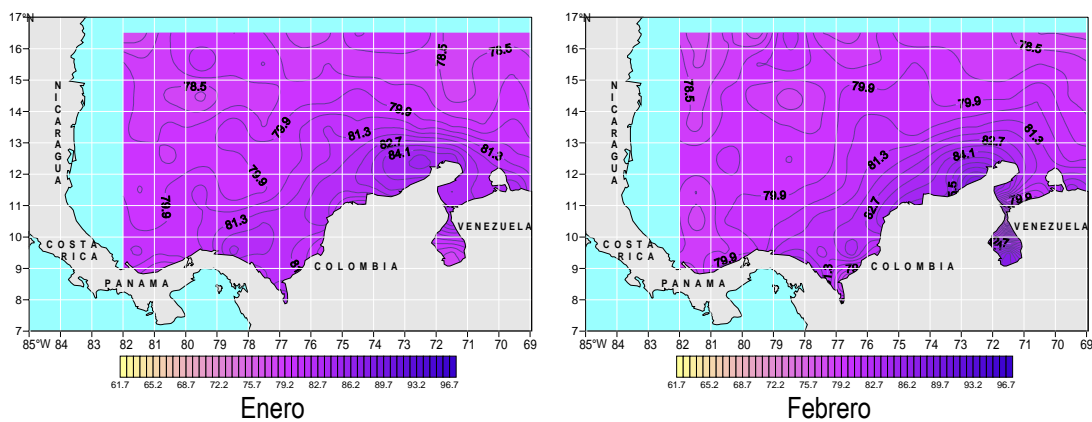
norte y noroccidente los valores de la Hr disminuyen. En el centro del CC la Hr se registra alrededor de los 80%, en el extremo del nororiente es de 78.5% y en el extremo del noroccidente es de 78%.

En febrero los valores altos de la Hr se ubican sobre toda la península de la Guajira hasta los 75°40'W de la costa, se registra un valor máximo sobre la península igual a 88.6%. Desde la costa colombiana hacia al noroccidente los valores de Hr disminuyen, los valores de 79.9% traspasan en forma diagonal el CC desde suroccidente hacia el nororiente dividiendo el CC. En el extremo noroccidental del CC la Hr varía entre los 77.5 y 79%. En febrero la Hr tiene un aumento con respecto al mes anterior.

En marzo los valores altos de Hr se ocupan sobre toda la península de la Guajira hasta los 76°20'W en la costa. Un valor máximo que se registra sobre la península entre los 72 y 73°W es de 88.4%. Desde la costa colombiana hacia al noroccidente la Hr disminuye y valores de 79.9% ocupan mayor parte del CC en forma diagonal desde suroccidente hasta el nororiente. En el extremo nororiente del CC la Hr varía entre los 78.3 y 79% y en el extremo del noroccidente varía entre 78.3 y 79.2%. En marzo la Hr aumenta con respecto al mes anterior.

En abril los valores altos de la Hr tienen la misma posición del mes anterior, éstos se observan sobre toda la península de la Guajira (con un valor máximo 86.2%) y la costa colombiana excepto el golfo de Morrosquillo, y también se registran sobre la costa de Panamá. Desde la costa colombiana hacia al noroccidente los valores de la Hr disminuyen, los valores de 81.3% se ubican en forma diagonal desde el suroccidente al nororiente. En el extremo nororiente del CC la Hr varía entre 79 y 80% y en el extremo del noroccidente varía entre 78 y 80%. En abril la Hr aumenta con respecto al mes anterior.

En mayo los valores altos de la Hr ocupan una parte de la costa de Panamá con 84% y una parte de la costa colombiana a excepción del golfo de Morrosquillo donde aparecen valores bajos un poco alejado de la costa. También valores altos se observan en la costa de Colombia entre los 75°30'W-73°40'W con 84.6% y después, tocando la punta de la península de la Guajira con un valor máximo de 86.1%. Un valor de 82.7% traspasa en forma diagonal desde el suroccidente hacia nororiente por toda el CC. En el extremo nororiente del CC la Hr varía entre 80.8 y 82% y en el extremo del noroccidente la humedad varía entre 80.2 y 82.2%. En mayo la Hr aumenta con respecto al mes anterior.



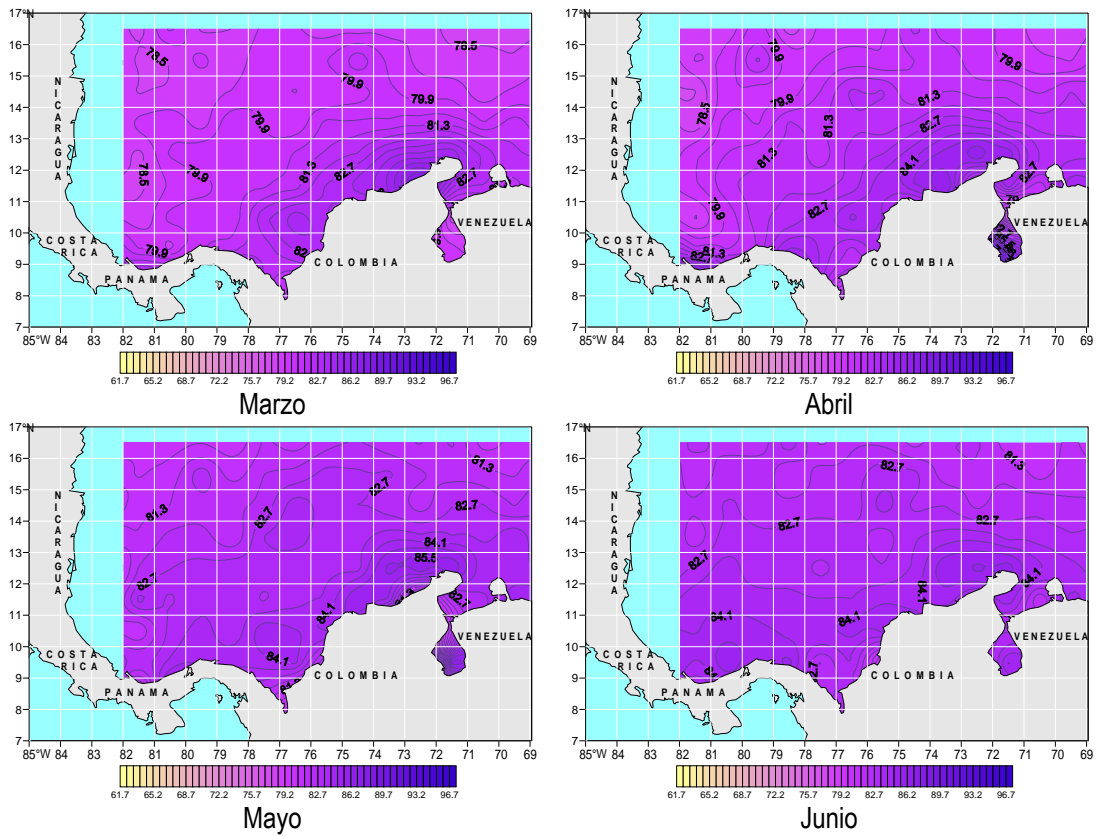


Figura 38. Humedad Relativa Sobre el Nivel del Mar, %

— 80 — Líneas iguales de Humedad Relativa cada 0.7 %

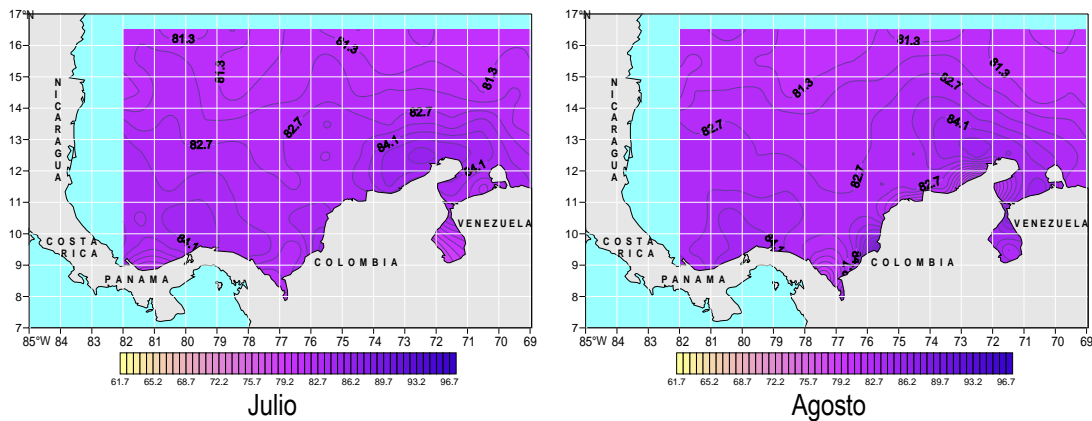
En junio los valores de Hr tienen una variación mínima. Los valores altos se localizan en una parte de la costa de Panamá con 85.2%. En un sector de la costa colombiana excepto el golfo de Morrosquillo, aparecen valores de Hr más bajos que los que se encuentran en el sector más alejado de la costa. También valores altos de la Hr se observan en la costa de Colombia desde los 75°30'W (84.2%) hasta la península de la Guajira con un valor máximo de 85.6%. Aproximadamente sobre los 13°N de occidente a oriente la Hr oscila alrededor de los 83%, más al norte ésta disminuye sus valores. En el extremo nororiente del CC la Hr varía entre 81 y 82% y en el extremo del noroccidente la Hr varía entre 81.1 y 82.3%. En junio se observan los mayores valores de la Hr del año.

En julio (Fig.39) los valores altos de la Hr se observan sobre la costa de Panamá con 84.1%, en la costa colombiana entre 75°15' y 76°W con un valor de 85.3% y sobre la península de la Guajira con un valor máximo de 85.9%. Aproximadamente sobre los 13°-14°N de occidente a oriente la Hr oscila alrededor de los 82.7%, más al norte la Hr disminuye sus valores. En el extremo nororiente del CC la Hr varía entre 80.8 y 81.7% y en el extremo del noroccidente la Hr varía entre los 81.6 y 82.3%. En julio se observa una leve disminución de la Hr con respecto al mes anterior.

En agosto los valores altos se concentran en tres núcleos, uno se observa sobre la costa de Panamá con un valor de 84.5%, otro en la costa de Colombia entre los 75°30'-76°20'W con un valor de 89.8% y el último cerca de la península de la Guajira con un valor de 85.5%. También sobre la costa se observan valores de Hr baja, en la frontera de Panamá y Colombia donde es igual a 77.5% y sobre la costa colombiana entre los 75°30'-72°W con un valor mínimo de 74.6%. En el centro del CC la Hr varía alrededor de los 82.7% y en el norte del CC alrededor de los 81.3%. En agosto se observa una leve disminución de la Hr con respecto al mes anterior.

En septiembre los valores altos de la Hr se concentran a lo largo de las costas de Panamá y Colombia un poco alejados de ella y solamente tocándola en la costa de Panamá entre los 79-80°30'W con un valor de 84% y en la punta de la península de la Guajira con un valor de 83.5%. Sobre la costa desde el golfo de Morisquillo hasta la península de la Guajira los valores de la Hr son más bajos con 81% y 76.3% respectivamente. En el centro del CC sobre los 13-14°N de occidente a oriente la Hr varía alrededor de los 81.3%. En el extremo del nororiente la Hr promedio es de 80.5% y en el extremo del noroccidente es de 81%. En septiembre se observa una disminución de la Hr con respecto al mes anterior.

En octubre los valores altos se observan en la costa de Panamá con un valor de 85.1% y en punta de la península de la Guajira con un valor de 83.2%. Cerca del golfo de Morrosquillo entre los 75°30'-76°15'W se encuentra una Hr baja igual a 77.8, también valores bajos de la Hr se registran en la península de la Guajira entre los 72 y 73°W con un valor de 79%. En el centro del CC sobre los valores de la Hr oscilan alrededor de los 81.5%. En el extremo del nororiente la Hr promedio es de 80% y en el extremo del noroccidente es de 81%. En octubre se observa una disminución de la Hr con respecto al mes anterior.



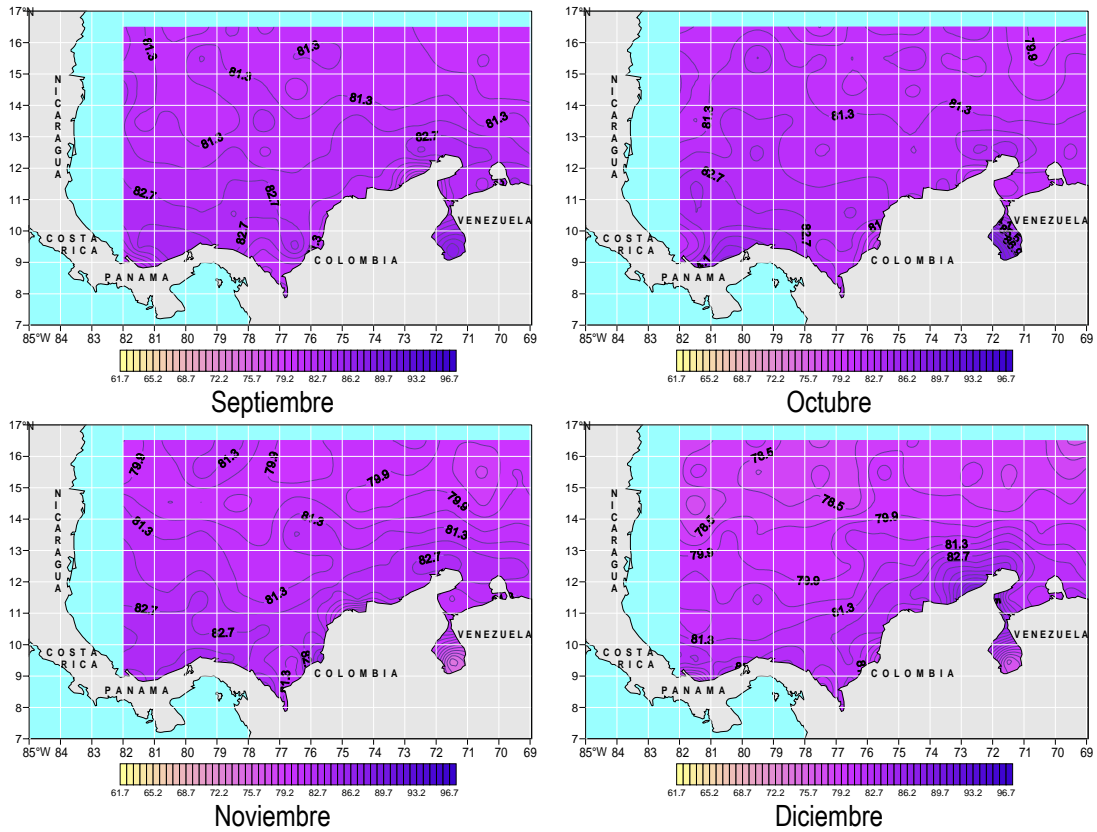


Figura 39. Humedad Relativa Sobre el Nivel del Mar, %

— 80 — Líneas iguales de Humedad Relativa cada 0.7 %

En noviembre los valores altos de Hr se observan sobre toda la costa de Panamá con un valor máximo de 84%, otra área es la punta de la península de la Guajira con un valor de 83%. Los valores bajos en la costa se registran en el golfo de Morrosquillo con un valor mínimo de 81% y entre los 74 y 75°30'W con un valor de 78.5%. En el centro del CC sobre los 13-14°N de occidente a oriente la Hr varía alrededor de los 81.3%. En el extremo del nororiente la Hr promedio es de 79% y en el extremo del noroccidente es de 80%. En noviembre se observa una disminución de la Hr con respecto al mes anterior.

En diciembre los valores más altos se observan en la península de la Guajira con 90%. Los valores bajos sobre la costa se registran en el golfo de Morrosquillo con un mínimo de 79.4% y entre los 75°30' y 76°W con un valor de 77.9%. En el centro del CC de occidente a oriente la Hr varía alrededor de los 79.9%. En el extremo del nororiente la Hr promedio es de 77.5% y en el extremo del noroccidente es de 79%. En diciembre se observa una disminución de la Hr con respecto al mes anterior.

En general se observa que, la Hr sobre el CC desde enero hasta junio aumenta sus valores, desde junio hasta diciembre se registra una disminución. Los valores medios anuales de la Hr para cada punto muestran que, en el punto 1 la Hr promedio es de 82.1%, en el punto 2 es de 82.17%, en el 3 es de

84.8%, en el punto 4 es de 81.18%, en el punto 5 es de 79.77% y en el 6 es de 79.36%. En el punto 6 se registran la Hr promedio más baja y en el punto 3 la más alta del año.

En la figura 40 se presentan las oscilaciones anuales de la Hr.

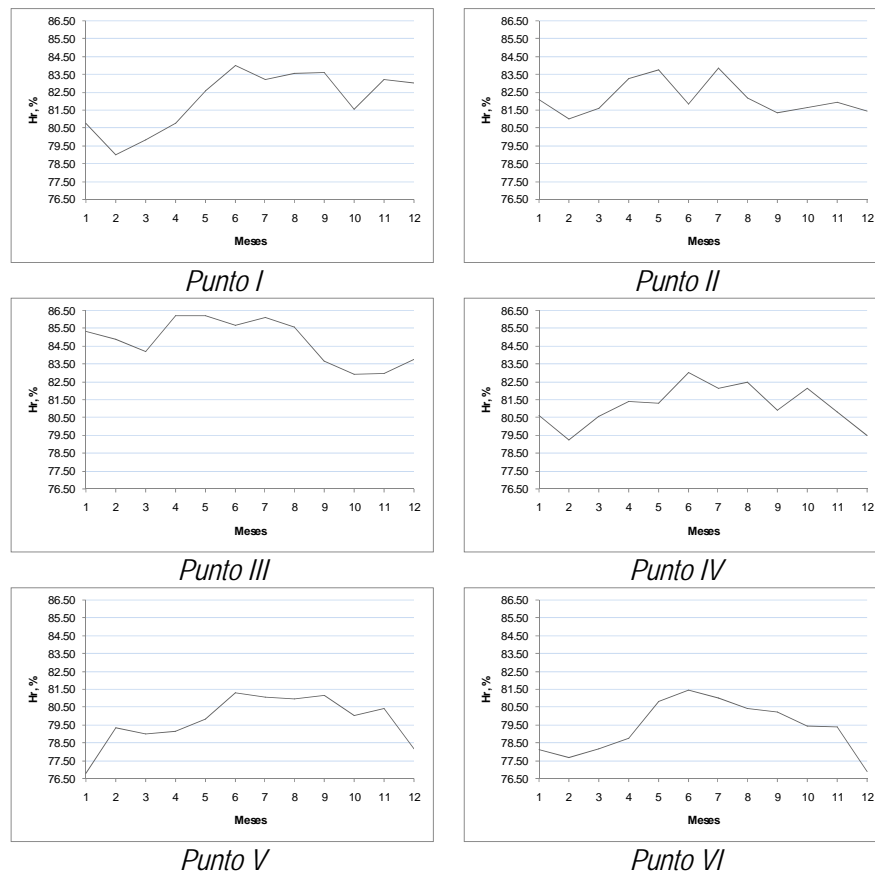


Figura 40. Oscilaciones anuales de la Humedad Relativa en % que caracterizan a los puntos seleccionados en el CC.

En todos los puntos se podría hablar sobre oscilaciones anuales monomodales. El mínimo de la Hr se registra en febrero en los puntos 1, 2, 4 y 6 con sus respectivos valores: 78.89%, 81.02%, 79.25% y 76.87%. En el punto 3 se registra en marzo con un valor de 82.93% y en el punto 1 en enero con un valor de 76.79%.

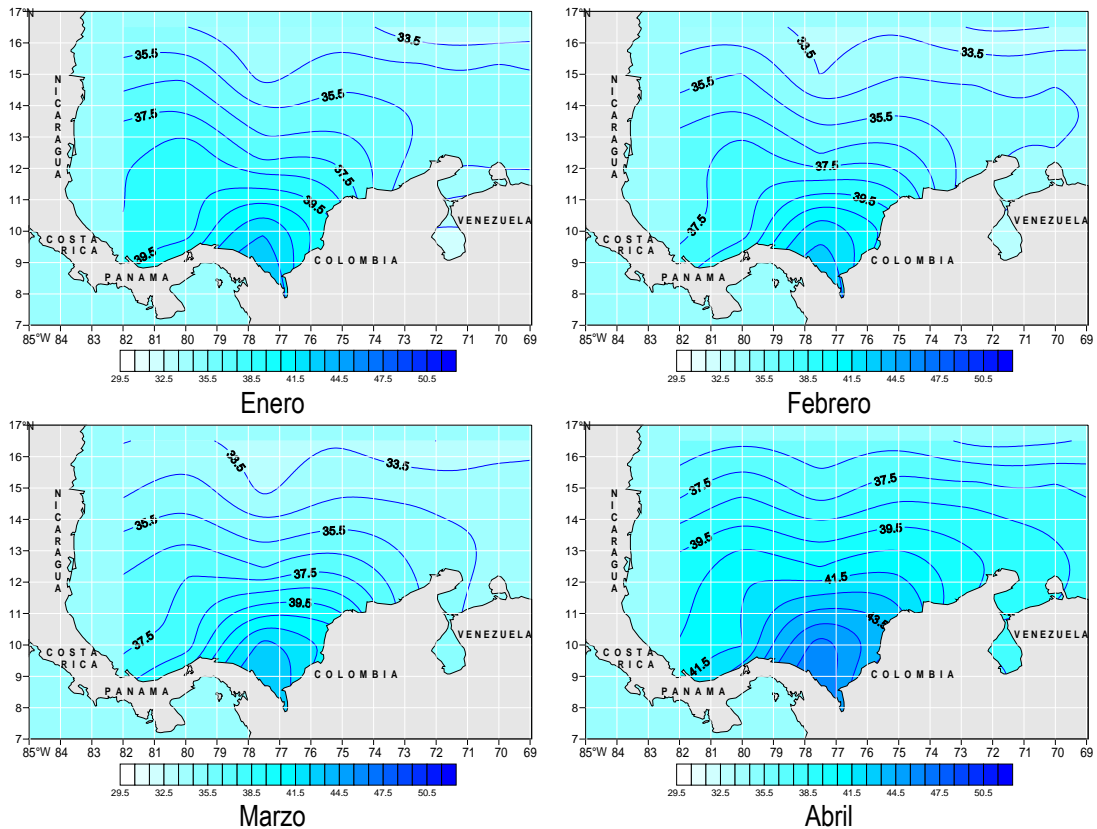
El máximo se observa en junio en los puntos 1, 4, 5 y 6, con siguientes valores: 84%, 83.03%, 81.31% y 81.47%. En el punto 2 el máximo se registra en julio con un valor de 83.88%, en el punto 3 se observa en mayo con un valor de 86.22%.

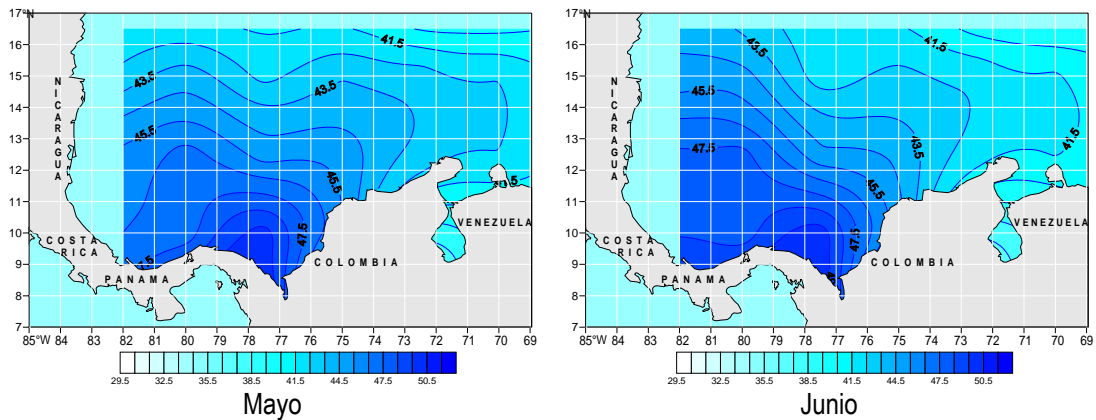
La mayor amplitud de la oscilación anual de la humedad se observa en el punto 1 con un valor de 5.02% y la mínima amplitud se registra en el punto 2 con un valor de 2.86%.

## 5.5. PRECIPITACIÓN

La distribución de la precipitación (Pr) en enero (Fig.41) muestra los valores más altos en la frontera entre Panamá y Colombia con un valor de 43 mm, desde allí hacia al norte del CC y a lo largo de la costa colombiana hasta la punta de la península y la costa de Panamá los valores de la Pr disminuyen gradualmente. Sobre la costa colombiana entre los 74-75°30'W la Pr varía entre 36.5 y 39.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira la Pr es de 35 mm. En el centro del CC la Pr varía entre los 35.5 y 36.5 mm, en el extremo del nororiente varía entre 32.5 y 33.7 mm y en el extremo del noroccidente entre 34.5 y 35.5 mm.

En febrero los valores altos de la Pr se ubican prácticamente en la misma posición del mes enero, solo ha bajado un poco hacia al golfo de Morrosquillo, con un valor máximo de 42.8 mm. Desde este punto hacia al norte del CC y a lo largo de la costa colombiana y Panameña la Pr disminuye. Sobre la costa colombiana entre los 73 y 75°30'W la Pr varía entre los 35.5 y 40.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira es igual a 34.5 mm. En el centro del CC la Pr varía entre 34.5 y 36.5 mm aumentando sus valores de norte a sur, en el extremo del nororiente la Pr varía entre los 32.7-34 mm y en el extremo del noroccidente entre los 34-34.5 mm. En febrero se observa una leve disminución de la Pr con respecto a enero.





Mayo

Junio

Figura 41. Precipitación Sobre el Nivel del Mar, mm

— 45 — Líneas iguales de Precipitación (isoyetas) cada 1 mm

En marzo los valores altos de la Pr ya ocupan todo el golfo de Morrosquillo, con un valor máximo de 43 mm, desde este punto hacia al norte del CC y a lo largo de la costa colombiana y Panameña los valores de la precipitación disminuyen. Sobre la costa colombiana entre los 73 y 75°30'W la Pr varía entre 36.5 y 40.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira la Pr es de 34.7 mm. En el centro del CC la Pr varía entre los 34.5 y 36.5 mm aumentando sus valores de norte a sur, en el extremo del nororiente la Pr varía entre los 32.5 y 33.4 mm y en el extremo del noroccidente entre los 33.5 y 34 mm. En marzo se registra un aumento de la precipitación con respecto al mes anterior.

En abril la distribución de la Pr es el mismo de marzo, solo que ha aumentado sus valores. Los valores altos se registran sobre el golfo de Morrosquillo, con un máximo de 46 mm. Sobre la costa colombiana entre los 73-75°30'W la Pr varía entre 39.9 y 43.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira la Pr es de 39 mm. En el centro del CC la Pr varía entre los 37.5 y 39.5 mm aumentando sus valores de norte a sur. En el extremo del nororiente la Pr varía entre 35.5 y 36.5 mm y en el extremo del noroccidente entre 35.9 y 36.7 mm. En abril se registra un aumento de la Pr con respecto al mes anterior.

En mayo los valores altos ocupan un área más grande desplazando su centro sobre la frontera Colombo-Panameña con un valor máximo de 49 mm. Desde allí hacia el norte y nororiente los valores de la Pr disminuyen. Sobre la costa colombiana entre los 73 y 75°30'W la Pr varía entre 42.5 y 46.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira la Pr es de 42.5 mm. En el centro del CC la Pr varía entre 43.5 y 44.5 mm, en el extremo del nororiente varía entre 40.4 y 41.5 mm y en el extremo del noroccidente entre 41.6 y 42.7 mm. En mayo se registra un aumento de la Pr con respecto al mes anterior.

En junio los valores altos de la Pr ocupan la parte sur hasta el noroccidente con los máximos ubicados sobre la frontera Colombo-Panameña, con un valor máximo de 50.5 mm. Desde allí hacia el nororiente los valores de la Pr disminuyen, penetrando hasta el oriente del CC. Sobre la costa colombiana entre los 73 y 75°30'W la Pr varía entre los 41.5 y 45.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira la Pr es de 41 mm. En el centro del CC la Pr varía entre 42.5 y 44.5 mm, en el extremo del nororiente la Pr varía entre 39.8 y 40.5 mm y en el extremo del noroccidente entre 44 y 44.5 mm. En junio se registra un leve aumento de la precipitación con respecto al mes anterior.

En julio (Fig.42) la distribución es muy parecida a junio con una pequeña disminución. Los valores altos se ubican sobre la frontera Colombo-Panameña, con un máximo de 48.5 mm. Desde allí hacia el nororiente los valores de la Pr disminuyen. Sobre la costa colombiana entre los 73 y 75°30'W la Pr varía entre 39.9 y 44.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira la Pr es de 40.2 mm. En el centro del CC la Pr varía entre 40.5 y 42.5 mm, en el extremo nororiental varía entre los 38.3-39.4 mm y en el extremo noroccidental entre 41.2 y 42 mm. En julio se registra una disminución de la Pr con respecto al mes anterior.

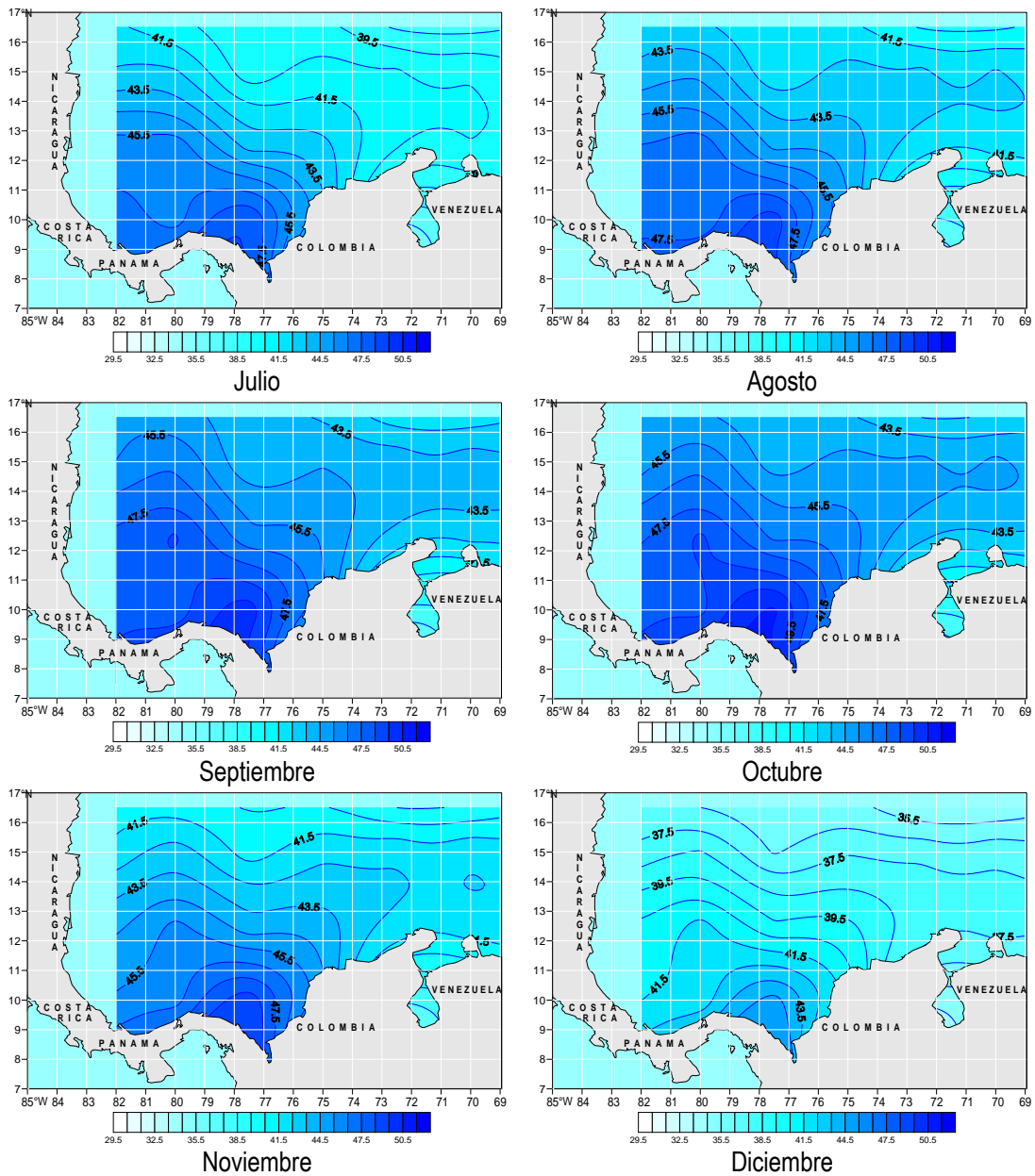


Figura 42. Precipitación Sobre el Nivel del Mar, mm

45 ———— Líneas iguales de Precipitación (isoyetas) cada 1 mm

En septiembre los valores altos de la Pr se localizan desde el golfo de Morrosquillo hasta el noroccidente, con un máximo sobre la frontera Colombo-Panameña igual a 49.8 mm. Los valores más bajos se encuentran en el extremo del nororiente y sobre la costa de Venezuela, partiéndose por la línea igual a 43.5 mm, la cual se distribuye más allá del extremo oriental del CC. Sobre la costa colombiana entre los 73 y 75°30'W la Pr varía entre 42.5 y 46.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira la precipitación es de 42.5 mm. En el centro del CC la Pr varía entre los 44.5-45.5 mm, en el extremo nororiental la Pr varía entre 41.9 y 43 mm y en el extremo noroccidental entre los 45.2 y 45.8 mm. En septiembre se registra un aumento de la Pr con respecto al mes anterior.

En octubre los valores más altos de la Pr se ubican sobre la frontera Colombo-Panameña, con un valor de 50.7 mm, disminuyendo sus valores hacia el nororiente del CC. Los valores más bajos se encuentran sobre la costa de Venezuela. Sobre la costa colombiana entre los 73 y 75°30'W la Pr varía entre 43 y 47.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira la Pr es de 43.2 mm. En el centro del CC la Pr varía entre los 45 y 46.5 mm, en el extremo nororiental la precipitación varía entre 42.5-44 mm y en el extremo noroccidental entre 44.5 y 45 mm. En octubre se registran los máximos valores de la precipitación del año.

En noviembre los valores más altos de la precipitación se ubican en la misma posición del mes anterior, con un valor máximo de 49.4 mm, disminuyendo hacia el nororiente del CC, donde aparecen los valores de Pr más bajos con relación al mes anterior. Los valores más bajos se encuentran sobre la costa de Venezuela y en el extremo nororiental del CC. Sobre la costa colombiana entre 73 y 75°30'W la Pr varía entre los 41.2 y 45.5 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira la Pr es de 41.5 mm. En el centro del CC la Pr varía entre los 41-44 mm, en el extremo nororiental varía entre 39.5 y 41 mm y en el extremo noroccidental entre 41 y 42 mm. En noviembre se registran una disminución de la precipitación con respecto al mes anterior.

En diciembre los valores más altos ocupan un área sobre la frontera colombo-panameña, con un máximo de 45.3 mm, los valores de la precipitación disminuyen hacia el nororiente del CC. Sobre la costa colombiana entre 73 y 75°30'W la Pr varía entre los 38-42 mm y sobre la punta de la Península de la Guajira es de 37.6 mm. En el centro del CC la Pr varía entre 37 y 39 mm, en el extremo nororiental la precipitación varía entre 34.5 y 36 mm y en el extremo noroccidental entre 36.6 y 37.5 mm. En diciembre se registran una disminución de los valores de la Pr con respecto al mes anterior.

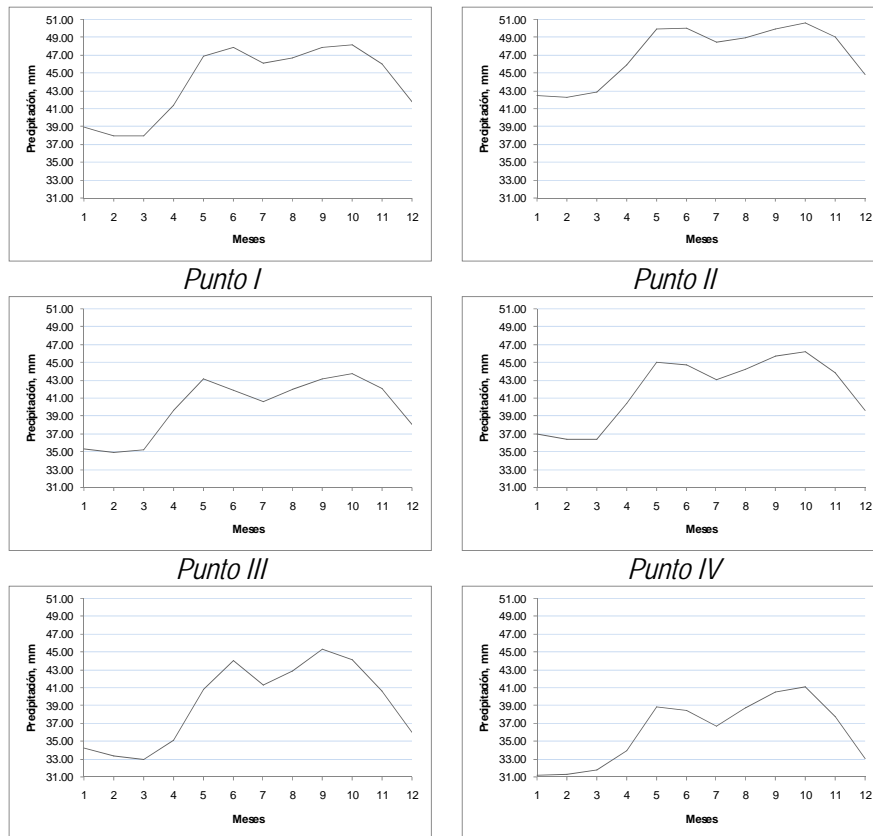
En general se observa que la Pr sobre el CC desde enero hasta febrero disminuye, desde febrero hasta junio se registra un aumento. De junio a julio se ve una disminución y desde julio hasta octubre de nuevo un aumento. En octubre se registra el máximo de la precipitación del año, de octubre hasta diciembre se registra disminución de la Pr.

Los valores medios anuales de la Pr para cada punto muestran que, en el punto 1 la Pr promedia es de 43.99 mm, en el punto 2 es de 47.12 mm, en el 3 es de 39.98 mm, en el punto 4 es de 41.9 mm, en el 5 es de 39.24 mm y en el punto 6 es de 36.12 mm. En el punto 6 se registran la Pr promedia más baja y en el punto 2 la más alta del año.

En la figura 43 se presentan las oscilaciones anuales de la precipitación. En todos los puntos se podría hablar sobre las oscilaciones anuales bimodales, el primer mínimo se registra en febrero en los puntos 1, 2 y 3 con sus respectivos valores: 37.96 mm, 42.31 mm y 34.97 mm. En los puntos 4 y 5 el primer mínimo se observa en marzo con valores de 36.39 mm y 33.01 mm. En el punto 6 el primer mínimo se registra en enero con 31.22 mm. El segundo mínimo se registra en julio en todos los puntos con sus respectivos valores: 46.09 mm, 48.44 mm, 40.58 mm, 43.11 mm, 41.33 mm y 36.72 mm.

El mayor máximo se observa en octubre en todos los puntos excepto en el punto 5. En el punto 1: 48.21 mm, en el 2: 50.65 mm, en el 3: 43.75 mm, en el 4: 46.22 mm y en el 6: 41.14 mm. En el 5 punto el máximo es de 45.31 mm. El segundo máximo se registra en mayo en los puntos 3, 4 y 6, con sus respectivos valores: 43.14 mm, 45 mm y 38.84 mm. En los punto 1, 2 y 5 el segundo máximo se observa en junio, con los siguientes valores: 47.88 mm, 50.03 mm y 44.05 mm.

La mayor amplitud de la oscilación anual de la precipitación se observa en el punto 5 con un valor de 12.3 mm y la mínima amplitud se registra en el punto 2 con un valor de 8.34 mm.



*Punto V*

*Punto VI*

Figura 43. Oscilaciones anuales de la Precipitación en mm que caracterizan a los puntos seleccionados en el CC.

## 5.6. PRESIÓN ATMOSFÉRICA, VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

Las condiciones de la Presión Atmosférica (Pa) y de la Velocidad (Vv) y Dirección del Viento (Vd) para enero (Fig.44) muestran que la presión baja en el CC está ubicada desde el golfo de Morrosquillo hacia el nororiente paralelamente a la costa colombiana hasta los 11°40'N con un valor mínimo de 1010.1 hPa. Desde la costa hacia el norte la Pa aumenta sus valores. En la costa entre los 73 y 75°30'W los valores de la Pa varían entre 1011.4 y 1011.8 hPa, en la punta de la península de la Guajira la Pa es de 1012.8 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1011.5 y 1013 hPa aumentando de sur a norte. En el extremo del nororiente los valores de la Pa varía entre 1014.6 y 1015.2 hPa, en el noroccidente la Pa varía entre 1014.5 y 1015 hPa.

Sobre el norte del CC predomina el viento oriente-nororiente hasta los 13°N con velocidades alrededor de 8 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana aumentando hasta los 10 m/s.

En febrero la presión baja en el CC se observa en forma de un óvalo a lo largo de la costa colombiana entre los 75°15' y 76°15'W con un valor mínimo de 1009.6 hPa. Desde esta área la Pa aumenta en todas las direcciones. En la costa entre los 73 y 75°W los valores de la Pa varían entre 1010.5 y 1012.2 hPa, en la punta de la península de la Guajira la Pa es de 1012.8 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1012 y 1013.5 hPa aumentando de sur a norte. En el extremo nororiental los valores de la Pa varían entre los 1014.5 y 1015.5 hPa, en el noroccidente la Pa varía entre 1014.3 y 1014.8 hPa. En febrero se registra un leve aumento de la Pa general con respecto al mes anterior y en este mes se observa el máximo del año.

Acerca del viento se observa que sobre el norte del CC predomina el viento oriente-nororiente hasta los 13°N con valores alrededor de 7.5 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con velocidades alrededor de 10 m/s. Llegando al golfo de Morrosquillo el viento tiene dirección hacia el sur con velocidades hasta los 5 m/s.

En marzo el centro de la presión baja se ubica sobre la costa colombiana entre los 75°05' y 76°05'W con un valor mínimo de 1009.2 hPa. En la costa entre los 73 y 75°W los valores de la Pa varían entre 1012.3 y 1010.2 hPa, en la punta de la península de la Guajira les de 1012.1 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1011.5 y 1013.4 hPa aumentando de sur a norte. En el extremo nororiental la Pa varía entre 1014 y 1014.8 hPa, en el noroccidente varía entre 1013.7 y 1014 hPa. En marzo se observa una disminución de la Pa general con respecto al mes anterior.

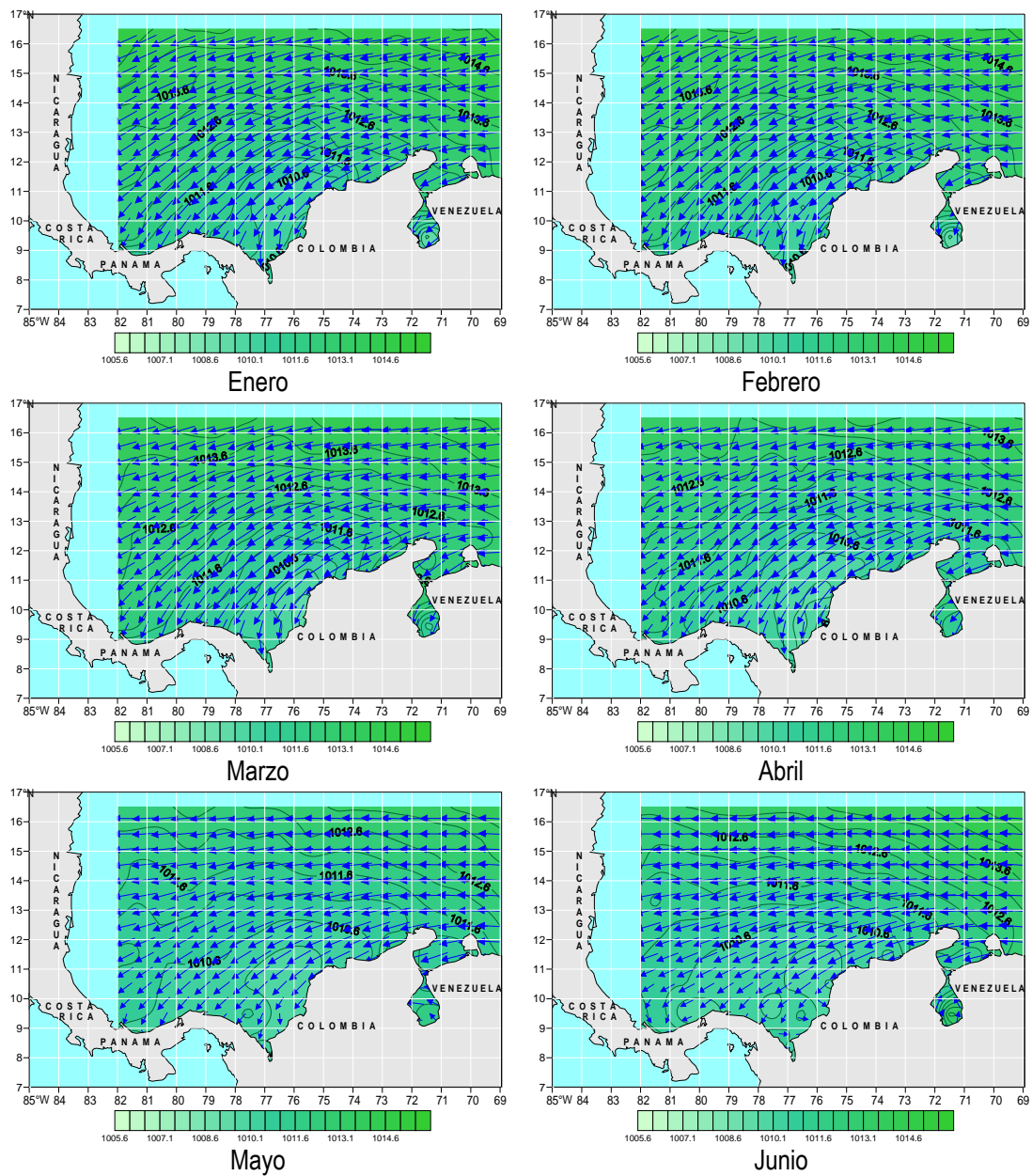


Figura 44. Presión Atmosférica, Velocidad y Dirección del Viento sobre el nivel del mar  
 Presión Atmosférica (hPa), Velocidad (m/s) y Dirección (°) del Viento  
 ——— 1011 ——— Líneas iguales de Presión (isobaras) cada 0.5 hPa  
 Vector de Velocidad del Viento: ↑ -0.1 m/s; ↑ - 8 m/s

Al norte del CC predomina el viento oriente-nororiental hasta los 13°N con velocidades alrededor de 7.5 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa

colombiana con valores alrededor de 10.3 m/s. Al llegar al golfo de Morrosquillo el viento tiene dirección hacia el sur con velocidades de 3.5 m/s.

En abril el centro de la Pa baja se desplaza desde la costa colombiana y se ubica paralelamente a la costa entre los 75°20' y 76°35'W con un valor mínimo de 1009.4 hPa, desde aquí la Pa aumenta en todas las direcciones. En la costa entre 73 y 75°W los valores de la Pa varían entre 1011.3 y 1010.2 hPa, en la punta de la península de la Guajira la presión es de 1011.4 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1010.5 y 1012.6 hPa aumentando de sur a norte. En el extremo del nororiente la Pa varía entre 1013.5 y 1014.1 hPa, en el noroccidente la Pa varía entre 1013 y 1013.5 hPa. En abril se observa una disminución general de la Pa con respecto al mes anterior.

El viento predominante sobre el norte del CC es oriente-nororiente hasta los 13°N con valores de 7.5 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con valores de 9 m/s, llegando al golfo de Morrosquillo el viento tiene dirección hacia el sur con velocidades hasta los 3 m/s.

En mayo el centro de la presión baja aumenta su área ocupando la costa colombiana desde los 75°W hasta la frontera colombo-panameña y en el CC hasta los 11°45'N y 77°45'W teniendo un valor mínimo de 1009.6 hPa. La parte sur del CC tiene valores más bajos que el norte del CC. En la costa entre los 73-75°W los valores de la presión varían entre 1011.2 y 1010.1 hPa, en la punta de la península de la Guajira la Pr es de 1011.4 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1010.5 y 1012.2 hPa aumentando de sur a norte. En el extremo nororiental la Pa varía entre 1013 y 1014 hPa, en el noroccidente varía entre 1012 y 1012.5 hPa. En mayo se observa una disminución general de la Pa con respecto al mes anterior.

El viento sobre el norte del CC es de predominancia oriental hasta los 13°N con los valores alrededor de 7.5 m/s, desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con valores alrededor de 7 m/s, llegando al golfo de Morrosquillo el viento tiene la dirección hacia el sur con 3 m/s.

En junio el área de la presión baja se ubica sobre la costa colombiana entre los 75°10'W y 76°W y en el CC hasta los 11°45'N y 77°W teniendo un valor mínimo de 1009.6 hPa. En general los valores de bajas Pa ocupan toda la costa colombiana y panameña, los valores altos se encuentran en el norte del CC. En la costa entre los 73-75°W la Pa varía entre los 1010.7-1010.2 hPa, en la punta de la península de la Guajira la Pa es de 1011.7 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1010 y 1012.2 hPa aumentando de sur a norte. En el extremo del nororiente los valores de la Pa varían entre 1014 y 1015 hPa, en el noroccidente la Pa varía entre 1012.2 y 1013 hPa. En junio se observa un aumento general de Pa con respecto al mes anterior.

El viento sobre el norte del CC predomina con dirección oriente hasta los 13°N con valores alrededor de 9 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con valores alrededor de 9 m/s, llegando al golfo de Morrosquillo el viento tiene dirección hacia el sur con velocidades hasta de 2.9 m/s.

En julio (Fig.45) el área de la presión baja se ubica sobre la costa colombiana entre los 75°10'W-76°10'W y en el CC hasta los 11°30'N y 77°W teniendo un valor mínimo de 1009.7 hPa. Los valores altos se encuentran en el norte del CC. En la costa entre los 73-75°W los valores de la presión varían entre

1011.8 y 1010.6 hPa, en la punta de la península de la Guajira la Pa es de 1012.1 hPa. En el centro del CC los valores varían entre los 1010.6-1013.2 hPa aumentando sus valores de sur a norte. En el extremo nororiental la Pa varía entre 1014.8 y 1015.5 hPa, en el noroccidente la Pa varía entre 1013.4 y 1013.9 hPa. En julio se observa un aumento general de la Pa con respecto al mes anterior.

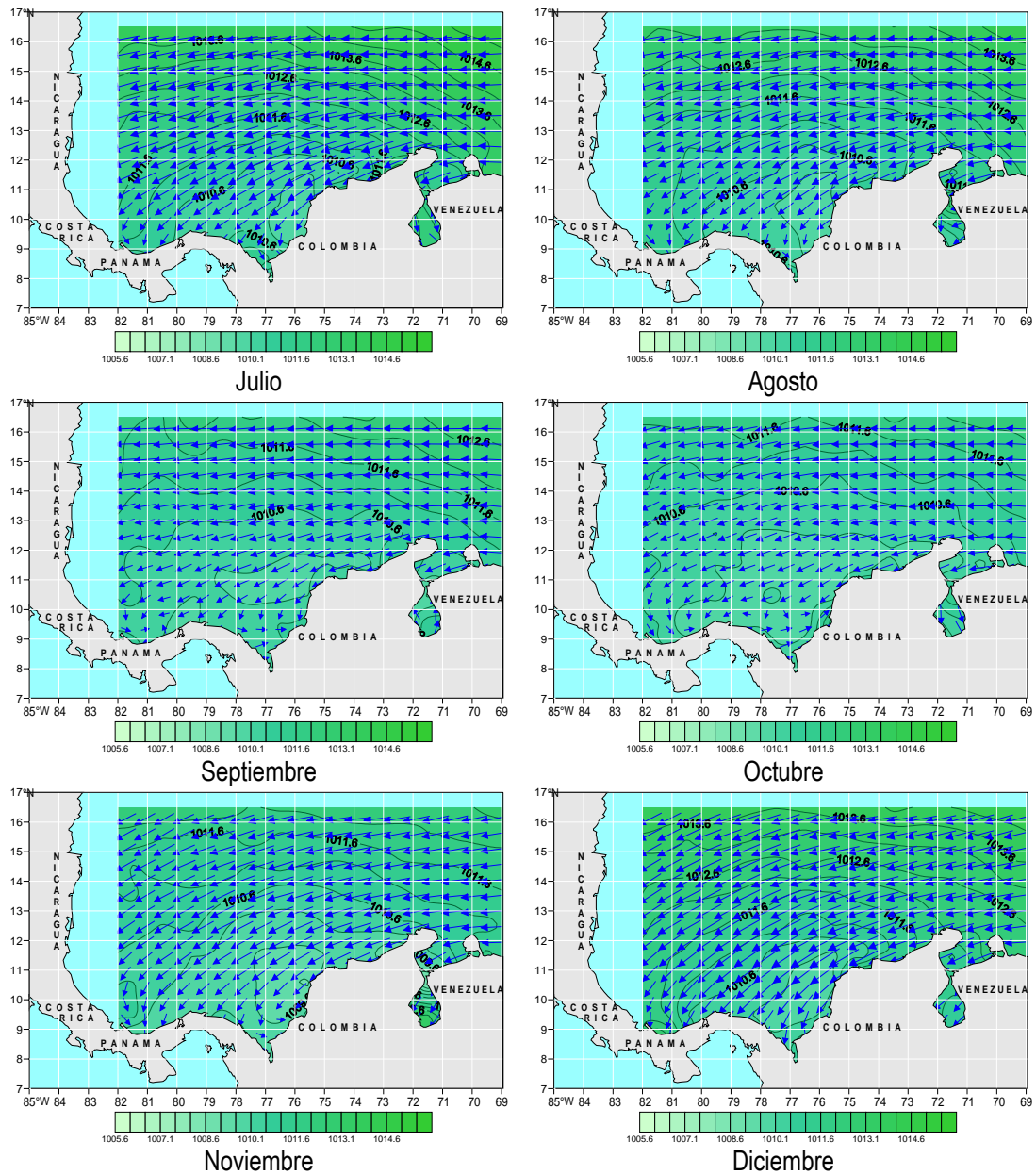


Figura 45. Presión Atmosférica, Velocidad y Dirección del Viento sobre el nivel del mar  
Presión Atmosférica (hPa), Velocidad (m/s) y Dirección (°) del Viento

——— 1011 ——— Líneas iguales de Presión (isobaras) cada 0.5 hPa  
Vector de Velocidad del Viento: ↑ -0.1 m/s; ↑ - 8 m/s

El viento en julio tiene el mismo comportamiento de los meses anteriores, sobre el norte del CC predomina el viento oriente hasta los 13°N con velocidades alrededor de 10 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con valores alrededor de 10 m/s, llegando al golfo de Morrosquillo el viento tiene dirección hacia el sur con valores del viento hasta de 2.5 m/s.

En agosto el esquema es muy parecido a julio, el área de la presión baja se ubica sobre la costa colombiana entre los 75°25'W-76°30'W y entre los 11°30'N y 77°30'W teniendo un valor mínimo de 1009.7 hPa y aumentando sus valores hacia el norte del CC. En la costa entre los 73 y 75°W los valores de la presión varían entre 1011.2 y 1010.6 hPa, en la punta de la península de la Guajira la Pa es de 1011.5 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1010.6 y 1012.4 hPa. En el extremo nororiental la Pa varía entre 1013.5 y 1014.5 hPa, en el noroccidente varía entre 1012.6 y 1013.3 hPa. En agosto se observa disminución general de la Pa con respecto al mes anterior.

El viento en agosto tiene el mismo comportamiento del mes anterior, sobre el norte del CC predomina el viento oriente hasta los 13°N con valores alrededor de 8.8 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con valores alrededor de 8.2 m/s, llegando al golfo de Morrosquillo el viento tiene dirección hacia el sur con valores del viento hasta los 0.5 m/s.

En septiembre el área de la presión baja se parte en dos, una se ubica en la costa de Panamá y otra cerca de la costa de Colombia entre los 73°30'W-78°40'W y entre los 10°10'N-11°55'N teniendo un valor mínimo de 1009.9 hPa. En la costa entre 73 y 75°W los valores de Pa varían entre 1010.8 y 1010.4 hPa, en la punta de la península de la Guajira la Pa es de 1010.8 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1010.2 y 1010.7 hPa. En el extremo nororiental los valores de la Pa varían entre 1012.5 y 1013 hPa, en el noroccidente la presión varía entre 1011.4 y 1011.8 hPa. En septiembre se observa una disminución de la presión general con respecto al mes anterior.

El viento en septiembre tiene el mismo comportamiento del mes anterior, sobre el norte del CC predomina el viento oriente hasta los 13°N con valores alrededor de 7 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con valores alrededor de 5.5 m/s, llegando al golfo de Morrosquillo el viento tiene dirección hacia el sur y oriente, y sobre el golfo cambiando la dirección del suroccidente con valores del viento hasta los 1.3 m/s.

En octubre el área de la presión baja abarca una parte de la costa de Panamá y el resto se ubica paralelamente a la costa de Colombia, llegando en el norte hasta los 11°50'N con un valor mínimo de 1009.6 hPa. En la costa entre 73 y 75°W los valores de la presión varían entre 1009.8 y 1010.3 hPa, en la punta de la península de la Guajira la presión es de 1010.5 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1009.9-1010.5 hPa. En el extremo nororiental los valores de la Pa varían entre 1011.6 y 1012.5 hPa, en el noroccidente la presión varía entre los 1011.2-1011.7 hPa. En octubre se observa la presión general más baja del año.

El viento en octubre sobre el norte del CC es de predominancia oriente hasta los 14°N con valores alrededor de 6 m/s. Desde los 14°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con valores alrededor de 5 m/s, llegando al golfo de Morrosquillo el viento tiene dirección caótica con un valor promedio de 0.5 m/s.

En noviembre la presión baja ya ocupa un área más pequeña cerca a la costa de Colombia entre los 75°05' y 76°30'W y llegando en el norte hasta los 11°50'N con un valor mínimo de 1009 hPa. En la costa entre los 73-75°W los valores de Pa varían entre 1009.5 y 1009.6 hPa. En la punta de la península de la Guajira la Pa es de 1010.6 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1009.7 y 1010.7 hPa. En el extremo del nororiente la presión varía entre 1012 y 1012.7 hPa, en el noroccidente la Pa varía entre 1011.5 y 1012.4 hPa. En noviembre se observa un aumento de la presión general con respecto al mes anterior.

El viento en noviembre sobre el norte del CC predomina con dirección oriente-nororiente hasta los 13°N y valores alrededor de 7.2 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con valores alrededor de 7.3 m/s. Al llegar al golfo de Morrosquillo el viento tiene dirección hacia el sur y suroriente con un valor promedio de 0.8 m/s.

En diciembre la presión baja se ubica tocando la costa en la frontera de Colombia y Panamá y tocando la costa colombiana en los 75°30'W, llegando en el norte hasta los 11°35'N con un valor mínimo de 1009.6 hPa. En la costa entre los 73 y 75°W los valores de la Pa varían entre 1011.5 y 1011 hPa, en la punta de la península de la Guajira la presión es de 1012.3 hPa. En el centro del CC los valores varían entre 1010.6 y 1012.3 hPa. En el extremo del nororiente los valores de la presión varía entre los 1013.5-1014.5 hPa, en el noroccidente la Pa varía entre 1013 y 1014.1 hPa. En diciembre se observa un aumento de la presión general con respecto al mes anterior.

El viento en diciembre sobre el norte del CC es predominantemente oriente-nororiente hasta los 13°N con velocidades de 8.5 m/s. Desde los 13°N hasta la costa el viento cruza hacia el sur-occidente paralelamente a la costa colombiana con valores alrededor de 9 m/s, llegando al golfo de Morrosquillo el viento tiene la dirección al sur con un valor promedio de 4 m/s.

En general se observa que, la presión atmosférica sobre el CC desde enero hasta febrero aumenta sus valores, después empieza a bajar hasta mayo, de mayo a julio de nuevo aumenta. Desde julio hasta octubre nuevamente baja y tiene valores más bajos del año y, después sube hasta diciembre.

Los valores medios anuales de la presión para cada punto muestran que, en el punto 1 la presión promedia es de 1011.5 hPa, en el punto 2 es de 1010.33 hPa, en el punto 3 es de 1011.32 hPa, en el punto 4 es de 1011.59 hPa, en el punto 5 es de 1013.39 hPa y en el punto 6 es de 1014.22 hPa. La presión promedia más baja se registró en el punto 2 y el punto 6 la más alta del año.

En la figura 46 se presentan las oscilaciones anuales de la presión atmosférica. En todos los puntos se podría hablar sobre las oscilaciones anuales bimodales, el mínimo más bajo de la presión se registra en septiembre en el punto 1 con un valor de 1010.47 hPa, en el punto 2 es en noviembre con un valor de 1009.73hPa. En los puntos 3, 4, 5 y 6 el mínimo más bajo se observa en octubre con sus respectivos valores: 1010.32 hPa, 1010.47 hPa, 1011.7 hPa y 1012.43 hPa. El segundo mínimo se registra en mayo en los puntos 1, 3, 4, 5 y 6 con sus respectivos valores: 1010.94 hPa, 1010.79hPa, 1011.04 hPa, 1012.18 hPa y 1013.95 hPa. En el punto 2 el segundo mínimo se registra en junio con un valor de 1009.81 hPa.

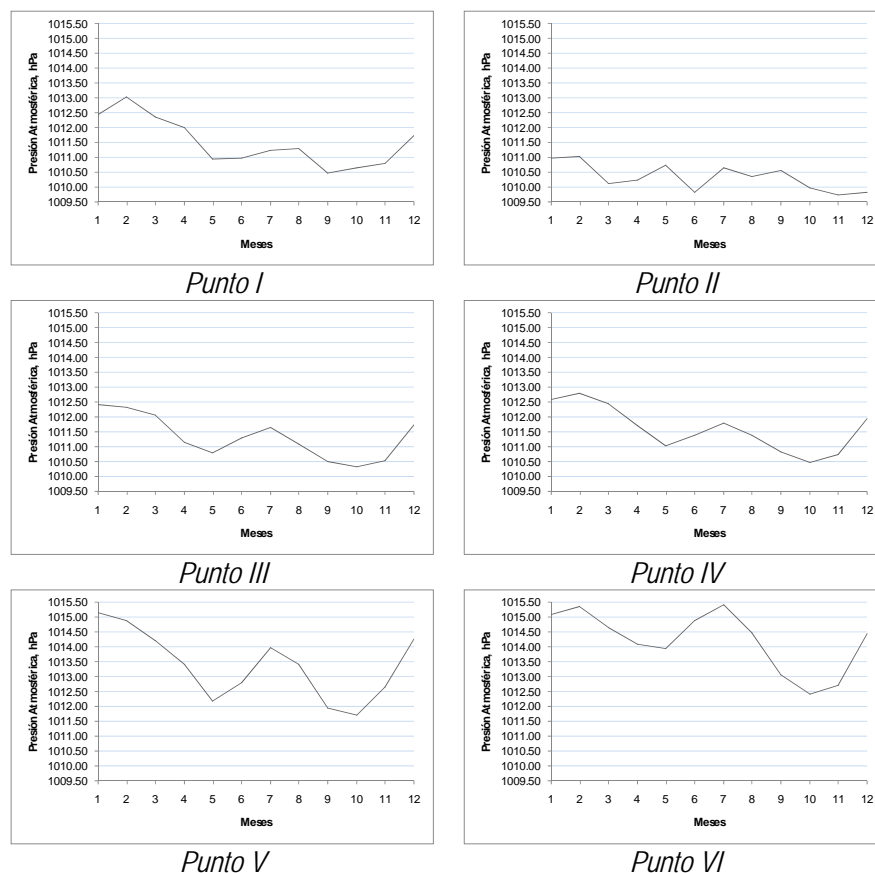


Figura 46. Oscilaciones anuales de la de la Presión Atmosférica en hPa que caracterizan a los puntos seleccionados en el CC.

El mayor máximo se observa en febrero en los puntos 1, 2 y 4 con los siguientes valores: 1013.03 hPa, 1011.03 hPa y 1012.8 hPa. En el punto 3 y 5 el máximo se ve en enero con los valores: 1012.4 hPa y 1015.17 hPa. En el último punto 6 el máximo se registra en julio con un valor de 1015.42 hPa. El segundo máximo se observa en todos los puntos en julio, excepto al punto 1 en el cual se registra en agosto, en el punto 1 con el valor de 1011.3 hPa, en el 2 con un valor de 101.65 hPa, en el 3 con un valor de 1011.66 hPa, en el 4 con un valor de 1011.79 hPa, en el 5 con un valor de 1013.98 hPa y en el 6 con un valor de 1015.42 hPa.

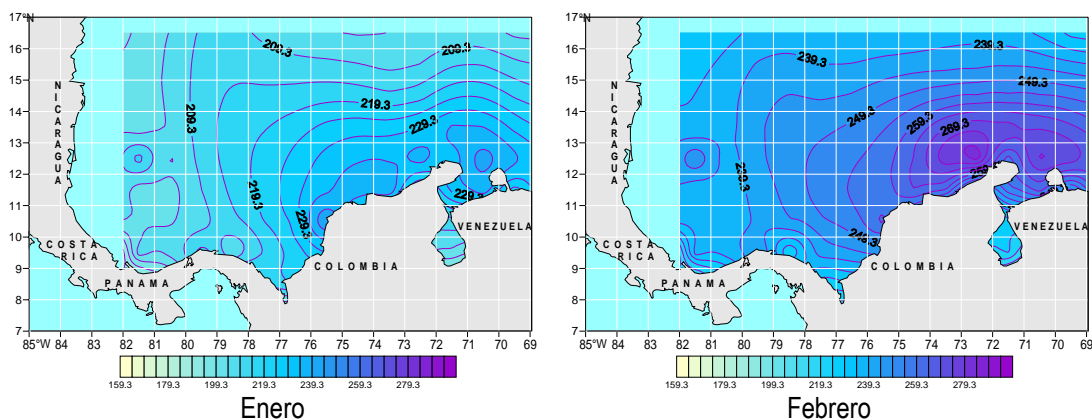
La mayor amplitud de la oscilación anual de la presión atmosférica se observa en el punto 5 con un valor de 3.47 hPa y la mínima amplitud se registra en el punto 2 con un valor de 1.3 hPa.

## 5.7. RADIACIÓN DE ONDA CORTA

La radiación ( $R_a$ ) sobre la CPC para enero (Fig.47) muestra los valores más altos en tres lugares cercanos a la costa Colombiana, uno queda en la costa entre los  $75^{\circ}15'$  y  $75^{\circ}35'W$  con un valor de  $243.3 W/m^2$ , otro al frente de la península de la Guajira entre los  $72^{\circ}15'-72^{\circ}55'W$  y  $12^{\circ}25'-12^{\circ}50'N$  con un valor de  $236 W/m^2$  y el tercer núcleo se observa al frente de la punta de la península de la Guajira con un valor de  $240.9 W/m^2$ . En el golfo de Morrosquillo la radiación promedio es de  $216 W/m^2$ , en la costa entre los  $73$  y  $75^{\circ}W$  es de  $235 W/m^2$ , entre los  $72$  y  $73^{\circ}W$  el valor promedio de la radiación es de  $225 W/m^2$  y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de  $234.5 W/m^2$ . La radiación desde la costa Colombiana hacia la costa de Panamá y hacia el norte disminuye sus valores. En el centro del CC la radiación varía entre  $214$  y  $224 W/m^2$ , en el extremo nororiental entre  $203.4$  y  $215 W/m^2$  y en el extremo noroccidental es entre  $198.4$  y  $203 W/m^2$ .

En febrero se observan dos núcleos de los valores altos, uno queda en el noroccidente de la península de la Guajira entre  $72^{\circ}25'$  y  $72^{\circ}55'W$  y  $12^{\circ}30'-12^{\circ}55'N$  con un valor de  $281.5 W/m^2$  y otro se observa al frente de la punta de la península de la Guajira con el centro en los  $70^{\circ}30'W-12^{\circ}30'N$  con un valor de  $274.7 W/m^2$ . En el golfo de Morrosquillo la radiación promedio es de  $222 W/m^2$ , en la costa entre los  $73$  y  $75^{\circ}W$  es de  $249.5 W/m^2$ , entre los  $72$  y  $73^{\circ}W$  el valor promedio de la radiación es de  $253 W/m^2$  y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de  $258.8 W/m^2$ . La radiación desde estos dos núcleos hacia todas las direcciones disminuye. En el centro del CC la radiación varía entre  $254$  y  $244 W/m^2$ , en el extremo nororiental entre  $227.4$  y  $243 W/m^2$  y en el extremo noroccidental entre  $229.7$  y  $235 W/m^2$ . En febrero la radiación general para todo el CC aumenta sus valores con respecto a enero.

En marzo se registra que los valores altos de la radiación provienen desde el extremo oriental entre los  $12^{\circ}30'-13^{\circ}10'N$  con un valor máximo de  $295.3 W/m^2$  y se distribuye en forma de lengua hacia el occidente y noroccidente del CC. La radiación desde la lengua con valores altos de la radiación disminuye sus valores hacia el norte y sur. En el golfo de Morrosquillo la radiación promedio es de  $230 W/m^2$ , en la costa entre los  $73-75^{\circ}W$  es de  $260 W/m^2$ , entre los  $72-73^{\circ}W$  el valor promedio de la radiación es de  $244 W/m^2$  y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de  $276.5 W/m^2$ . En el centro del CC la radiación varía entre  $277$  y  $281 W/m^2$ , en el extremo nororiental entre los  $264$  y  $271 W/m^2$  y en el extremo noroccidental es entre  $268.5$  y  $272 W/m^2$ . En marzo la radiación general para todo el CC aumenta sus valores con respecto a los del mes anterior y tiene los valores máximos del año.



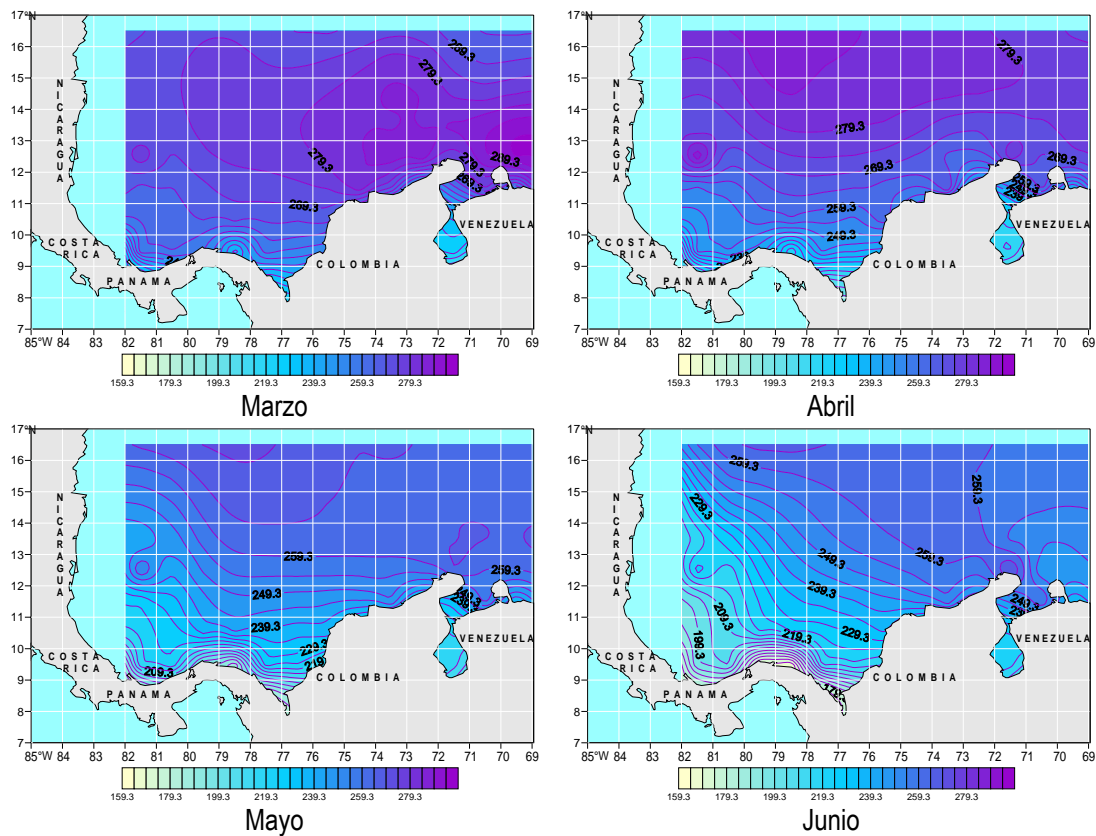


Figura 47. Radiación Sobre el Nivel del Mar,  $W/m^2$

— 200 — Líneas iguales de Radiación cada 5  $W/m^2$

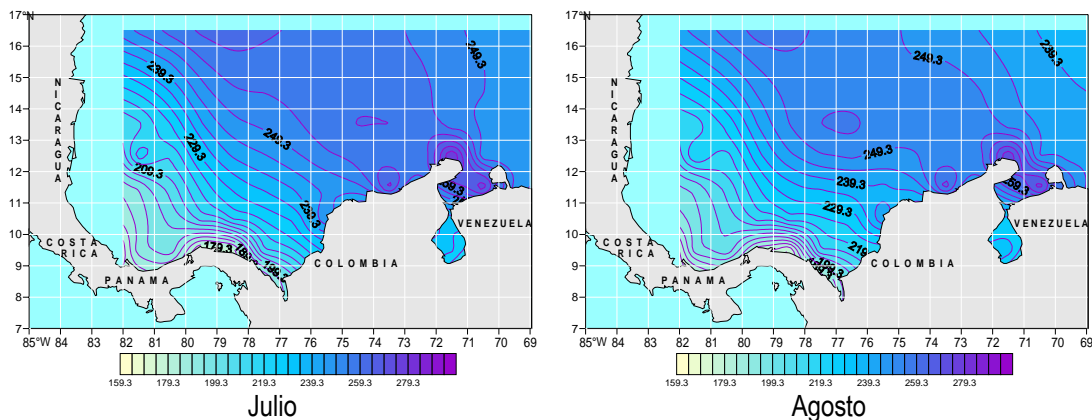
En abril se registra que los valores altos de la radiación provienen desde el extremo norte del CC entre los  $76^{\circ}15' - 80^{\circ}15'W$  con un valor máximo de  $287.1 W/m^2$  y disminuye hacia al sur, hacia a la costa del CC. En el golfo de Morrosquillo la radiación promedio es de  $204 W/m^2$ , en la costa entre los  $73 - 75^{\circ}W$  es de  $255 W/m^2$ , entre los  $72$  y  $73^{\circ}W$  el valor promedio de la radiación es de  $234 W/m^2$  y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de  $276.5 W/m^2$ . En el centro del CC la radiación varía entre  $273$  y  $282 W/m^2$ , en el extremo nororiental entre  $273.8$  y  $276 W/m^2$  y en el extremo noroccidental es entre los  $278$  y  $282 W/m^2$ . En abril la radiación general para todo el CC disminuye sus valores con respecto a los del mes anterior.

En mayo la distribución de los valores de la radiación es muy parecida a la de abril, los valores altos de la radiación se registran en el extremo norte del CC entre los  $77^{\circ}15' - 79^{\circ}15'W$  con un valor máximo de  $270.1 W/m^2$  y disminuyendo sus valores hacia a la costa del CC. En el golfo de Morrosquillo la radiación promedio es de  $185 W/m^2$ , en la costa entre los  $73 - 75^{\circ}W$  es de  $229 W/m^2$ , entre los  $72 - 73^{\circ}W$  el valor promedio de la radiación es de  $230 W/m^2$  y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de  $264 W/m^2$ . En el centro del CC la radiación varía entre  $258$  y  $264 W/m^2$ , en el extremo nororiental entre  $262$  y  $261 W/m^2$  y en el extremo noroccidental es entre  $257$  y  $263 W/m^2$ . En mayo la radiación general para todo el CC disminuye sus valores con respecto a los del mes anterior.

En junio los valores altos de la radiación provienen desde el noroccidente del CC y llegan hasta la punta de la península de la Guajira donde tiene el valor máximo de la radiación de 269.1 W/m<sup>2</sup> y disminuyendo sus valores hacia el nororiente y suroccidente del CC. En el golfo de Morrosquillo la radiación promedio es de 180 W/m<sup>2</sup>, en la costa entre 173 y 75°W es de 230 W/m<sup>2</sup>, entre los 72-73°W el valor promedio de la radiación es de 242 W/m<sup>2</sup> y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de 269 W/m<sup>2</sup>. En el centro del CC la radiación varía entre 252 y 260 W/m<sup>2</sup>, en el extremo nororiental entre 255 y 257 W/m<sup>2</sup> y en el extremo noroccidental es entre 230 y 260 W/m<sup>2</sup>. En junio la radiación general para todo el CC disminuye sus valores con respecto a los del mes anterior.

En julio (Fig.48) la distribución de la radiación es muy parecida a la de junio, los valores altos de la radiación provienen desde el noroccidente del CC y llegan hasta la punta de la península de la Guajira donde el valor máximo de la radiación es de 278.4 W/m<sup>2</sup> y disminuye sus valores hacia el nororiente y suroccidente del CC. En el golfo de Morrosquillo la radiación promedio es de 196 W/m<sup>2</sup>, en la costa entre los 73-75°W es de 240 W/m<sup>2</sup>, entre los 72-73°W el valor promedio de la radiación es de 252 W/m<sup>2</sup> y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de 278 W/m<sup>2</sup>. En el centro del CC la radiación varía entre 252 y 257 W/m<sup>2</sup>, en el extremo nororiental entre 246 y 248 W/m<sup>2</sup> y en el extremo noroccidental es entre 233 y 250 W/m<sup>2</sup>. En julio se registra un leve aumento general de la Ra para todo el CC con respecto a la del mes anterior.

En agosto se mantiene la misma situación que en el mes julio, los valores altos de la radiación provienen desde el noroccidente del CC y llegan hasta la punta de la península de la Guajira donde tiene el valor máximo de la radiación y es de 272.7 W/m<sup>2</sup> y luego disminuye sus valores hacia el nororiente y suroccidente del CC. En el golfo de Morrosquillo la radiación promedio es de 193 W/m<sup>2</sup>, en la costa entre los 73-75°W es de 243 W/m<sup>2</sup>, entre los 72-73°W el valor promedio de la radiación es de 254 W/m<sup>2</sup> y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de 272 W/m<sup>2</sup>. En el centro del CC la radiación varía entre los 250 y 253 W/m<sup>2</sup>, en el extremo nororiental entre los 237 y 239 W/m<sup>2</sup> y en el extremo noroccidente es entre los 236 y 250 W/m<sup>2</sup>. En agosto se registra una leve disminución general de la radiación para todo el CC con respecto al mes anterior.



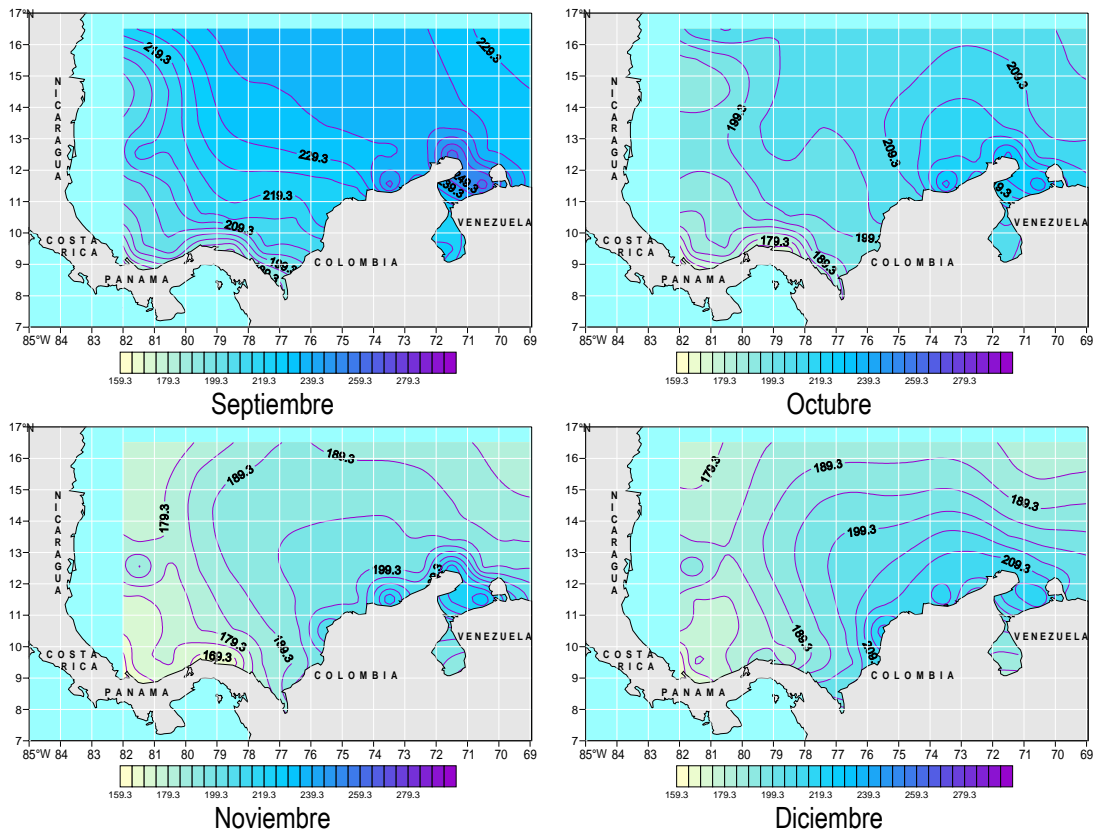


Figura 48. Radiación Sobre el Nivel del Mar,  $W/m^2$

— 200 — Líneas iguales de Radiación cada 5  $W/m^2$

En septiembre el núcleo de los valores más altos de la radiación se observa en la punta de la península de la Guajira donde está el valor máximo de la radiación y es de  $257 W/m^2$  y tiene una conexión con los valores altos de la radiación proveniente del norte central del CC. Desde este sector los valores de la radiación disminuyen hacia el nororiental y suroccidental del CC. En el golfo de Morrosquillo la radiación promedia es de  $196 W/m^2$ , en la costa entre los  $73$  y  $75^\circ W$  es de  $230 W/m^2$ , entre los  $72$  y  $73^\circ W$  el valor promedio de la radiación es de  $234 W/m^2$  y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de  $257 W/m^2$ . En el centro del CC la radiación varía entre los  $229$  y  $234 W/m^2$ , en el extremo nororiental entre los  $227$  y  $230 W/m^2$  y en el extremo noroccidental entre  $212$  y  $225 W/m^2$ . En septiembre se registra una disminución general de la radiación para todo el CC con respecto al mes anterior.

En octubre se observan dos núcleos aislados con valores altos de Ra, un núcleo se registra al frente de la costa con el centro entre  $73^\circ 25'$  y  $73^\circ 35' W$  con un valor de  $230.9 W/m^2$  y otro núcleo se observa sobre la punta de la península de la Guajira con un valor de  $230.5 W/m^2$ . Desde este sector los valores disminuyen en todas las direcciones del CC. En el golfo de Morrosquillo la radiación promedia es de  $190 W/m^2$ , en la costa entre los  $73$  y  $75^\circ W$  es de  $217 W/m^2$ , entre los  $72$  y  $73^\circ W$  el valor promedio de la radiación es de  $217 W/m^2$  y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de  $230 W/m^2$ . En el centro del CC la Ra varía entre  $204$  y  $207 W/m^2$ . En el extremo nororiental entre  $203$  y  $205 W/m^2$  y en el extremo noroccidental es entre  $200$  y  $208 W/m^2$ . En octubre se registra una disminución general de la Ra para todo el CC con respecto al mes anterior.

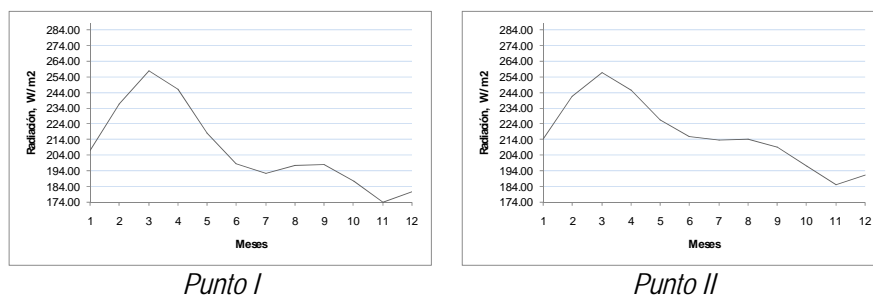
En noviembre los valores más altos de la radiación se concentran sobre la costa de Colombia, un núcleo se registra al frente de la costa con el centro entre los  $73^{\circ}20'$  y  $73^{\circ}40'W$  con un valor de  $222.4 \text{ W/m}^2$  y otro núcleo se observa sobre la punta de la península de la Guajira con un valor de  $223.2 \text{ W/m}^2$ . Desde este sector los valores de la Ra disminuyen en todas las direcciones del CC. En el golfo de Morrosquillo la Ra promedia es de  $188 \text{ W/m}^2$ , en la costa entre los  $73$  y  $75^{\circ}W$  es de  $206 \text{ W/m}^2$ , entre los  $72$  y  $73^{\circ}W$  el valor promedio es de  $206.5 \text{ W/m}^2$  y en la punta de la península de la Guajira el valor promedio es de  $223 \text{ W/m}^2$ . En el centro del CC la radiación varía entre  $192$  y  $196 \text{ W/m}^2$ , en el extremo nororiental entre  $181$  y  $185 \text{ W/m}^2$  y en el extremo noroccidental es entre  $175$  y  $178 \text{ W/m}^2$ . En noviembre se observa una disminución general de la radiación para todo el CC con respecto al mes anterior y se registra el mínimo del año.

En diciembre los valores más altos de Ra se concentran sobre la costa de Colombia, un núcleo se registra sobre la costa con el centro entre  $75^{\circ}20'$  y  $75^{\circ}40'W$  con un valor de  $221 \text{ W/m}^2$ , el segundo núcleo se observa al frente de la costa colombiana entre  $73^{\circ}15'$  y  $74^{\circ}W$  con un valor de  $217.1 \text{ W/m}^2$  y el último se observa entre la punta de la península de la Guajira y la costa de Venezuela con un valor de  $218.3 \text{ W/m}^2$ . Desde este sector los valores de la Ra disminuyen en todas las direcciones del CC. En el golfo de Morrosquillo la radiación promedia es de  $200 \text{ W/m}^2$ , en la costa entre  $73$  y  $75^{\circ}W$  es de  $213 \text{ W/m}^2$ , entre  $72$  y  $73^{\circ}W$  el valor promedio de la Ra es de  $204 \text{ W/m}^2$  y en la punta de la península de la Guajira el promedio es de  $215 \text{ W/m}^2$ . En el centro del CC la radiación varía entre  $194$  y  $202 \text{ W/m}^2$ , en el extremo nororiental entre  $181$  y  $186 \text{ W/m}^2$  y en el extremo noroccidental es entre  $178$  y  $180 \text{ W/m}^2$ . En diciembre se observa un aumento general de la radiación para todo el CC con respecto al mes anterior.

En general se observa que, la radiación sobre el CC desde enero hasta marzo aumenta sus valores, después empieza a bajar hasta junio, de junio a julio de nuevo aumenta. Desde julio hasta noviembre nuevamente baja y tiene los valores más bajos del año y, seguidamente sube hasta diciembre.

Los valores medios anuales de la radiación para cada punto muestran que, en el punto 1 la radiación promedia es de  $207.88 \text{ W/m}^2$ , en el punto 2 es de  $217.67 \text{ W/m}^2$ , en el punto 3 es de  $245.52 \text{ W/m}^2$ , en el punto 4 es de  $237.36 \text{ W/m}^2$ , en el punto 5 es de  $227.87 \text{ W/m}^2$  y en el punto 6 es de  $230.24 \text{ W/m}^2$ . La radiación promedia más baja se registro en el punto 1 y en el punto 3 la más alta del año.

En la figura 49 se presentan las oscilaciones anuales de la radiación. En todos los puntos se presentan oscilaciones anuales bimodales, excepto en los puntos 3 y 6.



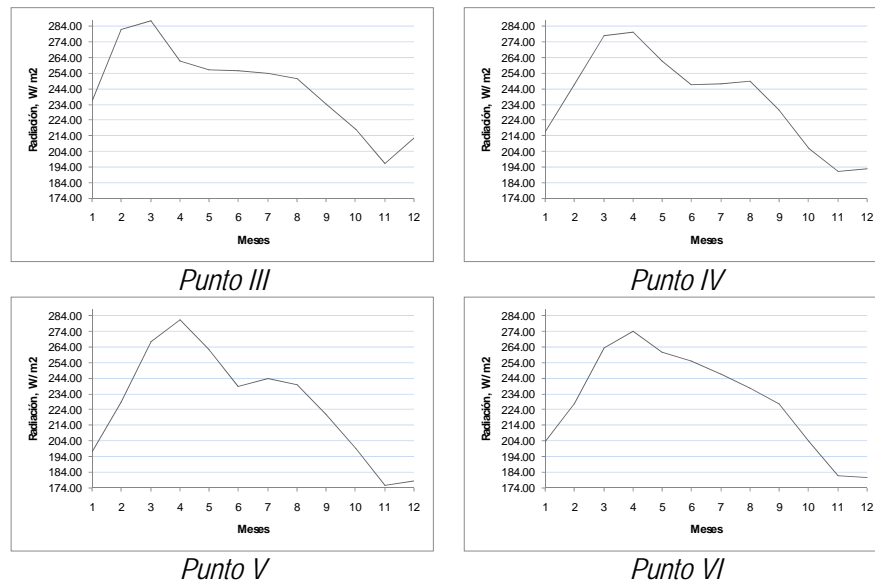


Figura 49. Oscilaciones anuales de la de la Radiación en W/m<sup>2</sup> que caracterizan puntos seleccionados en el CC.

El mínimo más bajo de la radiación se registra en noviembre en todos los puntos, en el 1 con un valor de 174.03 W/m<sup>2</sup>, en el 2 con 185.24 W/m<sup>2</sup>, en el punto 3 con un valor de 196.32 W/m<sup>2</sup>, en el 4 con 191.54 W/m<sup>2</sup>, en el punto 5 con un valor de 175.74 W/m<sup>2</sup> y en el 6 con 180.55 W/m<sup>2</sup>. El segundo mínimo se registra en julio en el punto 1 con un valor de 192.22 W/m<sup>2</sup> y en el punto 2 con un valor de 213.9 W/m<sup>2</sup>. El segundo mínimo en junio se registra en el punto 4 con un valor de 246.64 W/m<sup>2</sup> y en el 5 con 239.02 W/m<sup>2</sup>.

El mayor máximo se observa en marzo en los puntos 1, 2 y 3 con los siguientes valores: 258.2 W/m<sup>2</sup>, 257 W/m<sup>2</sup> y 287.84 W/m<sup>2</sup>. En el punto 4, 5 y 6 el máximo se ve en abril con los valores: 280.37 W/m<sup>2</sup>, 281.51 W/m<sup>2</sup> y 273.91 W/m<sup>2</sup>. El segundo máximo se observa en septiembre en el punto 1 con un valor de 197.33 W/m<sup>2</sup> y en el punto 5 en julio con 243.69 W/m<sup>2</sup>. En otros puntos el segundo máximo se observa en agosto, en el punto 2 con el valor de 214.16 W/m<sup>2</sup> y en el 4 con 249.24 W/m<sup>2</sup>.

La mayor amplitud de la oscilación anual de la radiación se observa en el punto 5 con 105.76 W/m<sup>2</sup> y la mínima amplitud se registra en el punto 2 con un valor de 71.76 W/m<sup>2</sup>.

## 5.8. NIVEL DEL MAR

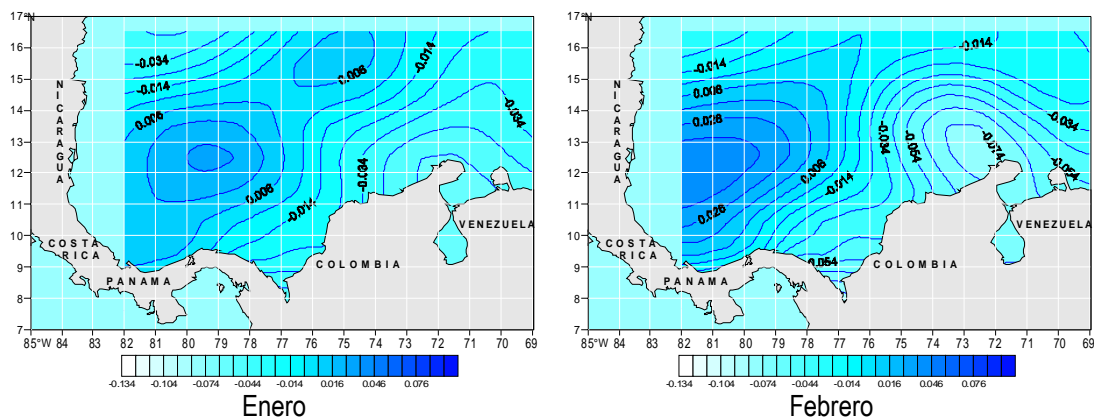
El nivel del mar (NM) en la CC en enero (Fig.50) los valores altos se ubican en forma diagonal desde el occidente hacia el norte central, con un núcleo de valores máximos que se encuentra entre los 78°40' y 80°W y 12-13°N con 0.028 m. Los valores más bajos del NM se observan en el extremo noroccidental con variación entre los -0.041 y -0.025 m y en la parte costera colombiana. El mínimo del NM se registra en la punta de la península de la Guajira son un valor de -0.054 m, desde allí hacia el sur sobre la costa los valores del NM aumentan llegando a ser negativos. Entre los 73 y 75°W el NM varía desde -0.051 m

hasta -0.025 m y en el golfo de Morrosquillo el NM es igual a -0.041 m. En el extremo del nororiental el NM varía entre los -0.033 y -0.023 m.

En febrero los valores altos se observan en la parte occidental del CC con un máximo de 0.0454 m, distribuyéndose hacia norte central en forma de lengua. Los valores más bajos del NM se registran en el extremo noroccidental con variación entre los -0.033 y -0.012 m y en la parte costera colombiana. El mínimo del NM se registra en la península de la Guajira en la parte noroccidental con un valor mínimo de -0.079 m. Entre los 73 y 75°W el NM varía desde -0.068 m hasta -0.039 m, en el golfo de Morrosquillo el NM es de -0.075 m. En el extremo del nororiental el NM varía entre -0.027 y -0.018 m. En febrero en general se registra una disminución del NM con respecto a enero.

En marzo los valores altos se ven en el sector suroccidental del CC entre los 10°3' y 12°15'N con un máximo de -0.0003 m, distribuyéndose hacia el oriente hasta los 78°W, donde se encuentra con valores más bajos. El núcleo de valores bajos del NM se observa entre los 74-77°W y 13°25'-15°N con un mínimo igual a -0.073 m. En la punta de la península de la Guajira el NM presenta un promedio de -0.04 m. Entre los 73 y 75°W el NM varía desde -0.033 m hasta -0.025 m, en el golfo de Morrosquillo el NM es igual a -0.057 m. En el extremo nororiental el NM varía entre -0.064 y -0.051 m, en el noroccidente es desde -0.049 hasta -0.029. En marzo en general se observa una disminución del NM con respecto a febrero y se registra el mínimo del año.

En abril los valores altos se observan en suroccidental del CC entre los 10°30'-11°45'N con un valor máximo de -0.039 m, prolongándose hacia el nororiente del CC. En la punta de la península de la Guajira el NM es igual a -0.014 m. Entre los 73-75°W el NM varía entre -0.015 m y 0.0002 m, en el golfo de Morrosquillo el NM es de -0.019 m. En el extremo nororiental el NM varía desde los -0.05 hasta los -0.04 m, en el noroccidente es de -0.039 a -0.02 m. En abril en general se registra un aumento del NM con respecto al mes anterior.



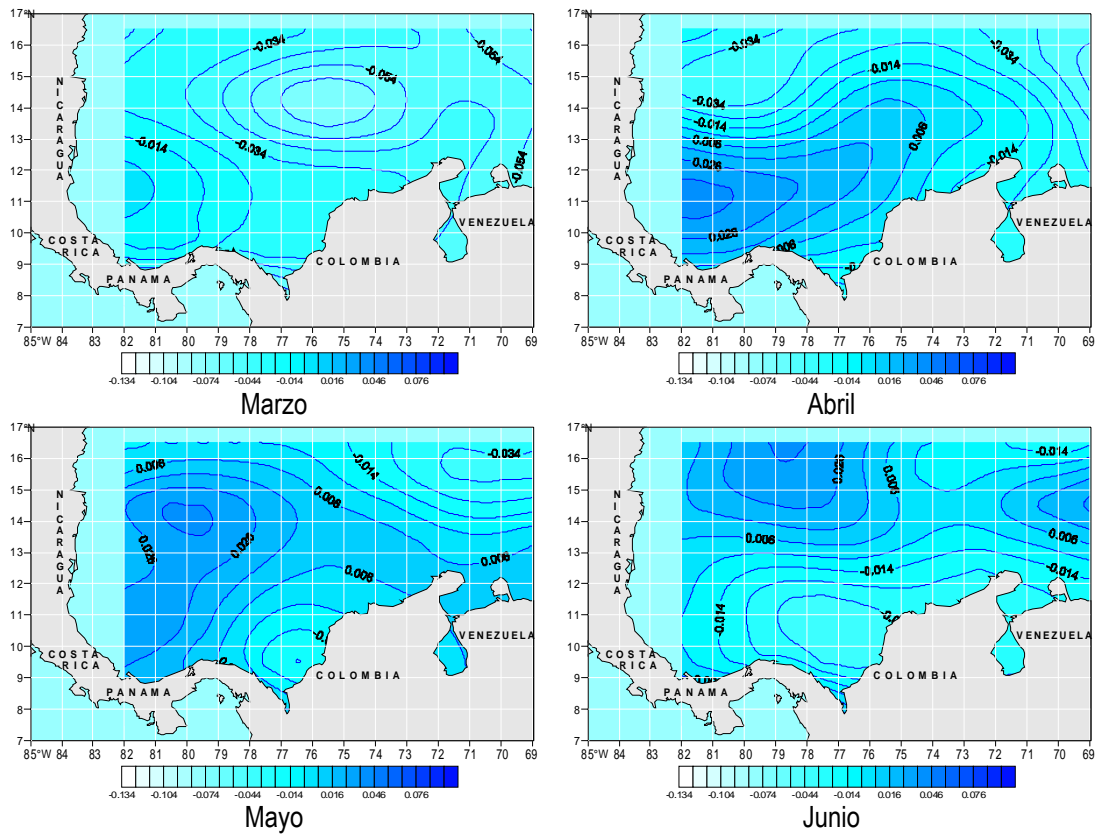


Figura 50. Nivel del Mar, m

— 0.06 — Líneas iguales del Nivel del Mar cada 0.01 m

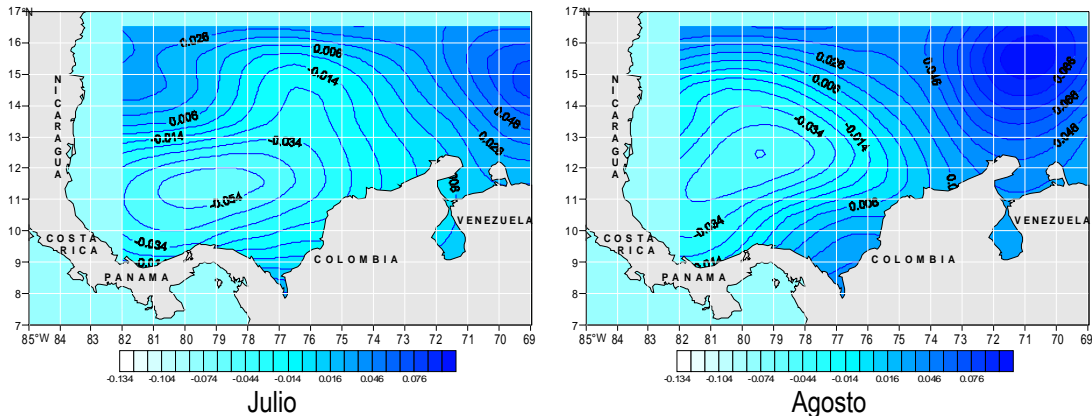
En julio (Fig.51) los valores altos ocupan el extremo noroccidental, toda la parte norte y la parte oriental del CC. En el extremo noroccidental los valores del NM varían entre 0.027 m y 0.03 m. En el oriente se observa un núcleo con valores máximos de este mes y es igual a 0.07 m. Los valores más bajos se registran en la parte suroccidental entre los 77°30'-80°55'W y 10°50'-12°N con un valor mínimo de -0.061 m. En la península de la Guajira el NM es igual a 0.0079 m. Entre 73 y 75°W el NM varía entre -0.0079 m y -0.025 m, en el golfo de Morrosquillo el NM promedio es igual a 0.015 m. En julio se registra un aumento del NM con respecto al mes anterior.

En agosto los valores altos ocupan el extremo nororiental con un núcleo entre los 70°-71°45'W y 14°55'-16°15'N con un valor máximo de 0.103 m. Los valores mínimos del NM quedan en la parte suroccidental con un núcleo entre los 79°15'-79°35'W y 12°20'-12°35'N con un mínimo de -0.054 m. En el extremo noroccidental los valores del NM varían entre los 0.011 m y 0.046 m. En el nororiente el NM varía entre 0.078 y 0.09 m. En la península de la Guajira el NM es igual a 0.05 m. En los 73°W el NM es igual a 0.028 m y en los 75°W el NM es de 0.008 m. En el golfo de Morrosquillo el NM promedio es igual a 0.038 m. En agosto el NM aumenta con respecto al mes anterior.

En septiembre los valores altos se observan en un núcleo entre  $73^{\circ}10'$ - $73^{\circ}55'W$  y  $14^{\circ}15'$ - $14^{\circ}40'N$  con un valor máximo de 0.087 m, distribuyendo sus valores hasta la península de la Guajira. Los valores mínimos del NM se registran en el extremo occidental entre  $11^{\circ}20'$  y  $12^{\circ}55'N$  con un mínimo de -0.028 m, llevando los valores negativos hasta el centro del CC. En el extremo noroccidental los valores del NM varían entre 0.05 m y 0.066 m. En el nororiente el NM varía entre 0.052 y 0.04 m. En la península de la Guajira el NM promedio es de 0.069 m. Desde los  $73^{\circ}W$  hasta los  $75^{\circ}W$  el NM varía entre 0.067 m y 0.037 m. En el golfo de Morrosquillo el NM promedio es igual a 0.053 m. En septiembre los valores del NM tienen un aumento con respecto al mes anterior.

En octubre los valores altos se ubican sobre la costa colombiana entre  $72^{\circ}45'$  y  $74^{\circ}05'W$  con un valor máximo de 0.099 m, distribuyéndose hacia el norte central del CC. Los valores bajos del NM se registran en un núcleo entre los  $79^{\circ}30'$ - $81^{\circ}25'W$  y  $12^{\circ}55'$ - $14^{\circ}35'N$  con un mínimo de -0.021 m. En el extremo noroccidental los valores del NM varían entre los 0.016 m y 0.041 m. En el nororiente el NM varía entre los 0.052 y 0.033 m. En la península de la Guajira el NM promedio es de 0.077 m. De los  $73^{\circ}W$  hasta los  $75^{\circ}W$  el NM varía desde 0.098 m hasta 0.085 m. En el golfo de Morrosquillo el NM promedio es igual a 0.065 m. En octubre el NM aumenta con respecto al mes anterior y tiene los valores máximos del año.

En noviembre los valores altos están sobre la costa colombiana desde los  $72^{\circ}05'W$  hasta los  $75^{\circ}35'W$  con un valor máximo de 0.054 m, llevando sus valores hacia el noroccidente del CC. Los valores mínimos del NM se observan en el norte con un núcleo entre los  $74^{\circ}05'$ - $75^{\circ}25'W$  y  $15^{\circ}15'$ - $15^{\circ}45'N$  y un mínimo de -0.059 m. En el extremo noroccidental los valores del NM varían entre 0.011 m y 0.017 m. En el nororiente el NM varía entre 0.015 y 0.024 m. En la península de la Guajira el NM promedio es de 0.035 m. Entre  $73^{\circ}$  y  $75^{\circ}W$  el NM varía entre 0.052 m y 0.053 m. En el golfo de Morrosquillo el NM promedio es igual a 0.039 m. En noviembre el NM baja con respecto a octubre.



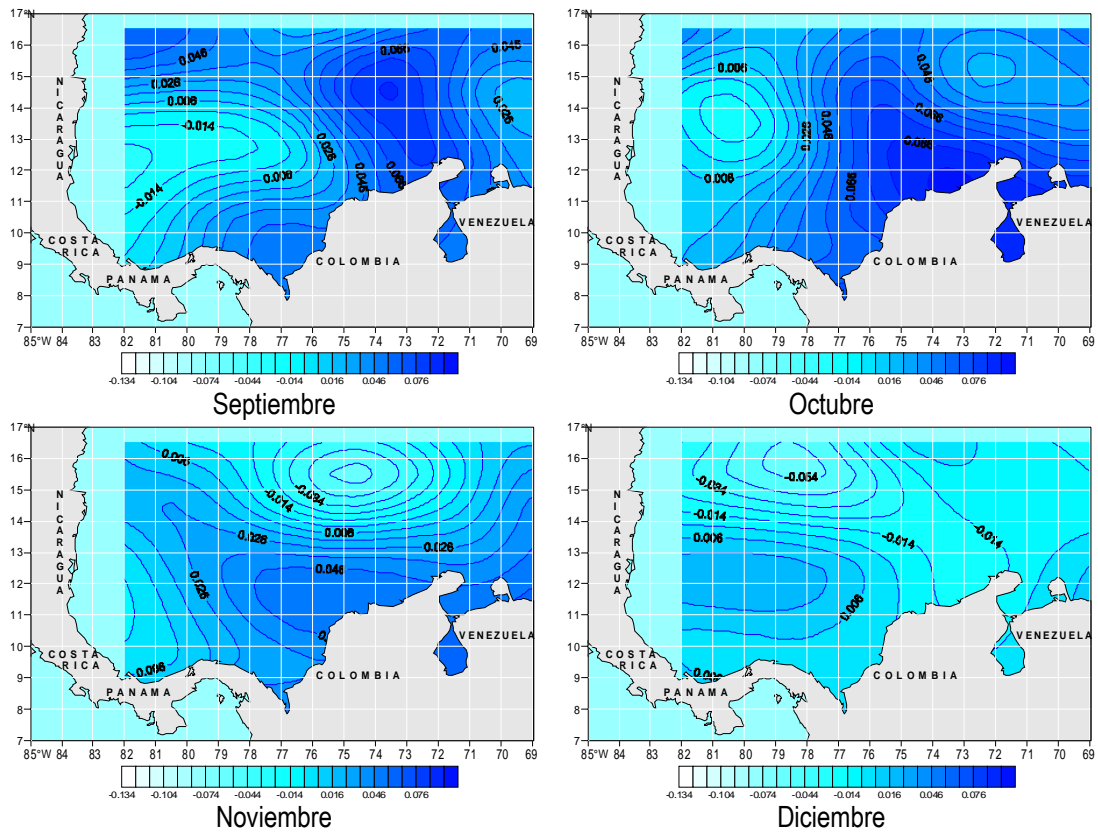


Figura 51. Nivel del Mar, m  
 ——— 0.06 ——— Líneas iguales del Nivel del Mar cada 0.01 m

El diciembre los valores altos se registran en el extremo occidental entre 11°15' y 13°N con un valor máximo de 0.024 m, de donde los valores positivos llegan hasta el centro del CC. Los valores mínimos del NM se ubican en el norte entre 77°30' y 79°15'W con un mínimo de -0.057 m, distribuyéndose hasta la península de la Guajira. Los valores del NM en el extremo noroccidental varían entre -0.024 m y -0.037 m. En el nororiente el NM varía entre -0.017 y -0.01 m. En la península de la Guajira el NM promedio es de -0.014 m. Entre 73°-75°W el NM varía entre -0.017 m y -0.005 m. En el golfo de Morrosquillo el NM promedio es igual a 0.005 m. En diciembre se observa una disminución del NM con respecto al mes anterior.

En general el nivel del mar desde enero hasta marzo disminuya sus valores y en marzo se registra el mínimo del año. Después sigue el aumento del NM hasta octubre, donde tiene se observa el máximo del año. Desde octubre hasta diciembre el NM disminuye.

### 5.9. ALTURA DE SUPERFICIE LIBRE DEL MAR

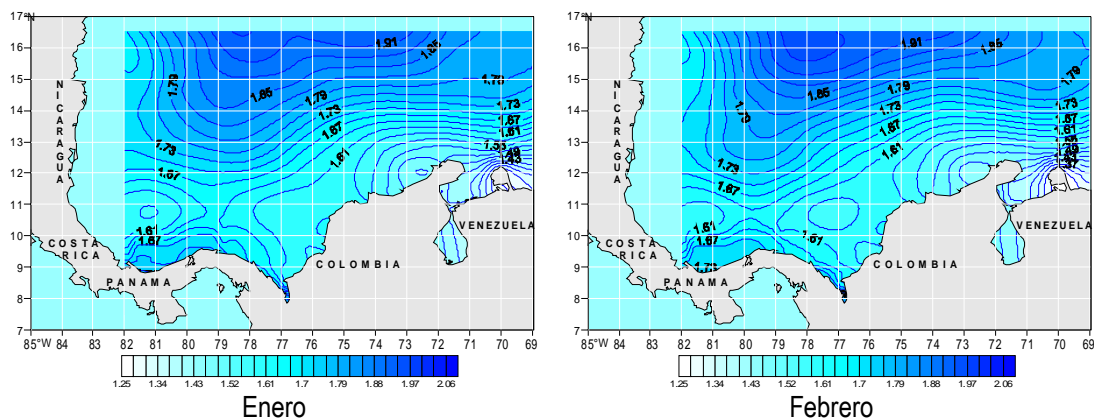
La distribución de la altura de la superficie libre (ASL) en el CC en enero (Fig.52) muestra valores altos en la parte norte, con un máximo igual a 1.94 m y disminuye sus valores hacia a la costa. La ASL baja se observa cerca de la península de la Guajira entre los 72°10'-72°35'W con un mínimo de 1.46 m. Entre

los 73° y 75°W la ASL varía entre los 1.52 m y 1.6 m. En el golfo de Morrosquillo el valor promedio de la ASL es de 1.62 m. En el extremo nororiental la ASL cambia de 1.8 m a 1.78 m. En el noroccidente los valores varía entre los 1.7 m y 1.76 m.

En febrero los valores altos de la ASL se observan en la misma posición de enero, en la parte norte, con un máximo igual a 1.95 m, distribuyéndose al suroccidente hasta los 12°N. La ASL baja se observa en la península de la Guajira entre los 72°05' y 73°05'W con un mínimo de 1.44 m. De los 73°-75°W la ASL varía entre los 1.47 m y 1.58 m. El valor promedio en el golfo de Morrosquillo de la ASL es igual a 1.66 m. En el nororiente la ASL varía de 1.8 m a 1.78 m. En el noroccidente la ASL varía entre los 1.67 m y 1.74 m. En febrero se observa una disminución general de la ASL con respecto a enero.

En marzo los valores altos de la ASL siguen ubicados en el norte, con un máximo de 1.95 m, llevando sus valores al suroccidente hasta los 12°N. La ASL baja se observa en la península de la Guajira entre los 72°10'-73°W con un mínimo igual a 1.45 m. Entre los 73°-75°W la ASL varía desde los 1.48 m hasta los 1.58 m. En el golfo de Morrosquillo el valor promedio de la ASL es igual a 1.63 m. En el nororiente la ASL varía desde 1.77 m hasta 1.79 m. En el noroccidente la ASL varía entre 1.65 m y 1.74 m. En marzo se observa una disminución general de la ASL con respecto al mes anterior y se registra el mínimo del año.

En abril el máximo de la ASL se observa en el norte entre los 77°50'-78°35'W, con un máximo de 1.95 m, llegando al suroccidente hasta los 13°N. Los valores bajos de la ASL se registran en la península de la Guajira entre los 72°10'-72°40'W con un mínimo de 1.48 m. Desde los 73°W hasta los 75°W la ASL varía entre los 1.52 m y los 1.6 m. En el golfo de Morrosquillo el valor promedio de la ASL es de 1.63 m. En el nororiente la ASL cambia desde 1.78 m hasta 1.8 m. En el noroccidente la ASL varía desde 1.67 m hasta 1.75 m. En abril se registra un aumento general de la ASL con respecto a marzo.



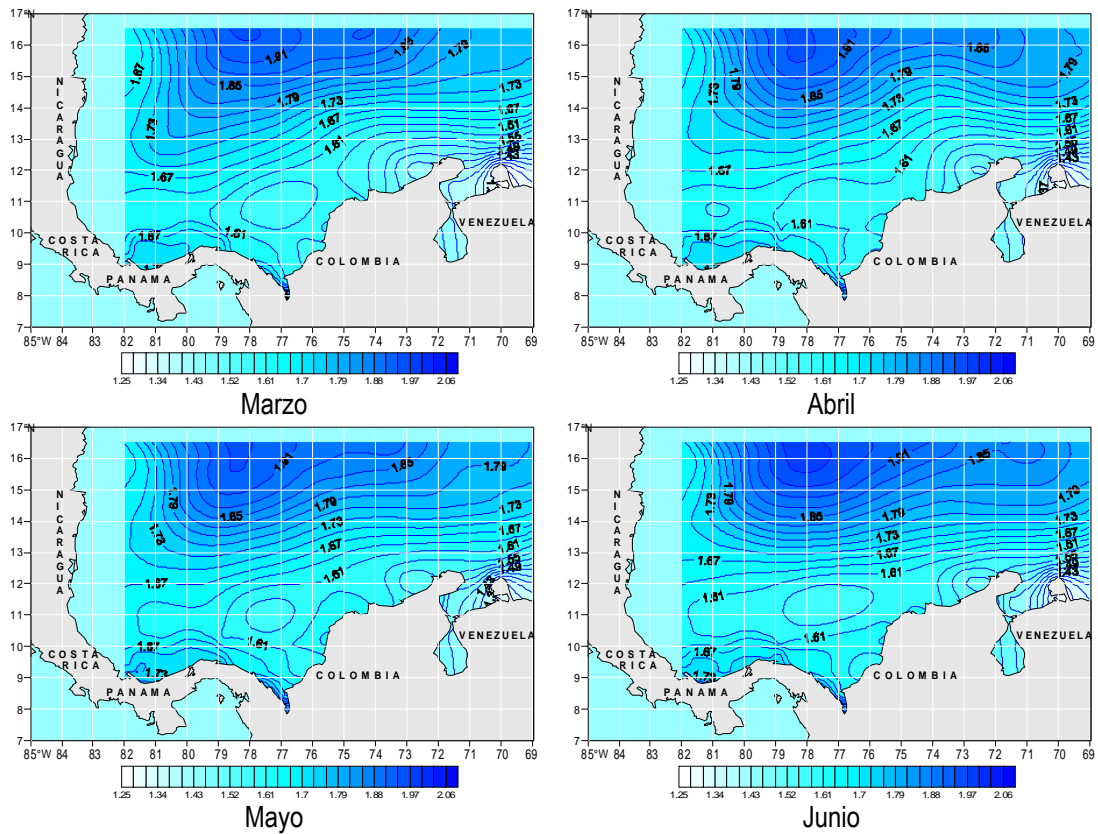


Figura 52. Altura de Superficie Libre del Mar, m

— 1.6 — Líneas iguales de Altura del Superficie Libre del Mar cada 0.03 m

En mayo el máximo de la ASL se ubica en el norte entre  $78^{\circ}$  y  $78^{\circ}35'W$ , con un máximo de 1.95 m, distribuyendo sus valores hasta los  $13^{\circ}30'N$ . En la península de la Guajira entre  $72^{\circ}05'$  y  $73^{\circ}10'W$  se observan los valores bajos de la ASL con un mínimo de 1.53 m. Entre los  $73^{\circ}W$  y  $75^{\circ}W$  la ASL varía desde 1.56 m hasta 1.63 m. En el golfo de Morrosquillo el promedio de la ASL es igual a 1.68 m. En el nororiente la ASL varía entre 1.79 m y 1.8 m. En el noroccidente la ASL cambia desde 1.67 m hasta 1.75 m. En mayo sigue el aumento general de la ASL con respecto a abril.

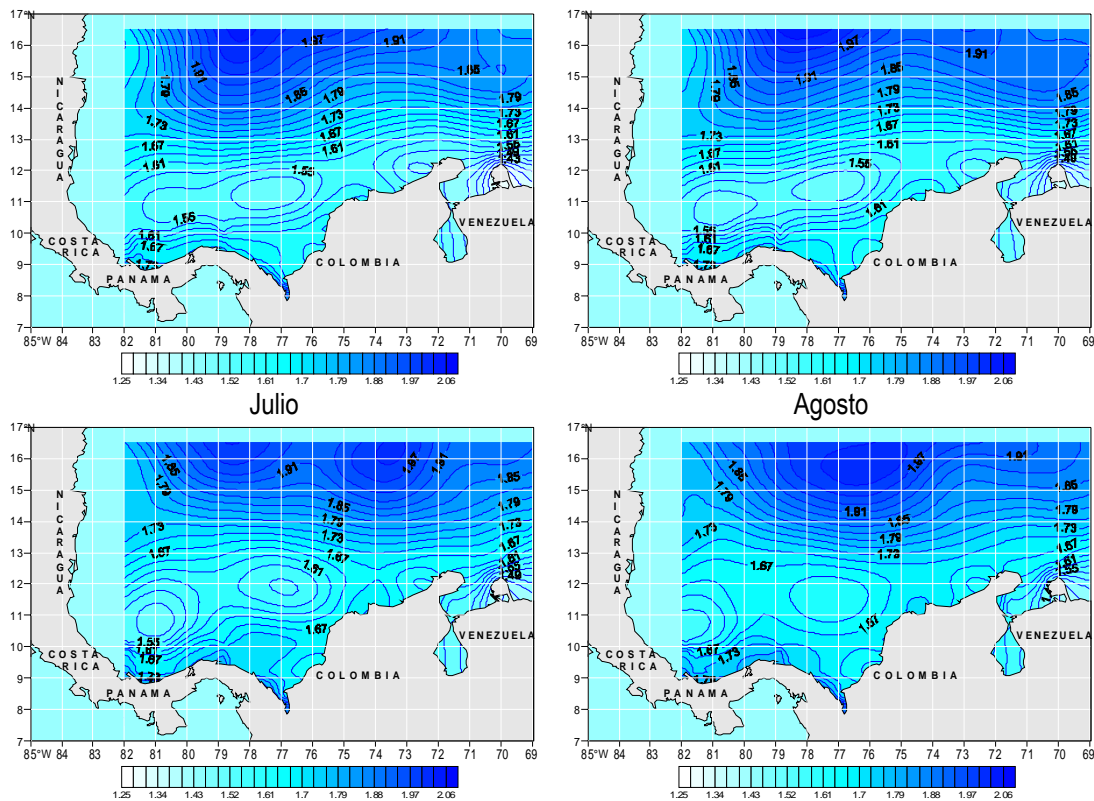
En junio los valores máximos de la ASL se registran en la parte norte del CC, con un máximo de 1.98 m entre  $77^{\circ}15'$  y  $78^{\circ}45'W$ , llevando sus valores hasta los  $13^{\circ}N$ . En la península de la Guajira se observan los valores bajos de la ASL con un mínimo de 1.52 m entre  $72^{\circ}05'$  y  $72^{\circ}55'W$ . De  $73^{\circ}W$  a  $75^{\circ}W$  la ASL cambia desde 1.55 m hasta los 1.61 m. En el golfo de Morrosquillo la ASL promedio es igual a 1.67 m. En el nororiente la ASL varía desde 1.81 m hasta 1.85 m. En el noroccidente la ASL varía entre 1.66 m y 1.75 m. En junio se registra aumento general de la ASL con respecto al mes anterior.

En julio (Fig.53) los valores altos de la ASL están en la misma posición, con un máximo de 2.04 m entre  $78^{\circ}$  y  $78^{\circ}40'W$ , distribuyendo los valores hasta los  $13^{\circ}N$ . En la península de la Guajira se ubican los valores bajos de la ASL con un mínimo de 1.48 m entre  $72^{\circ}05'$  y  $73^{\circ}W$ . Entre  $73^{\circ}$  y  $75^{\circ}W$  la ASL varía 1.53 m y 1.6 m. En el golfo de Morrosquillo el valor promedio de la ASL es igual a 1.66 m. En el nororiente la ASL

cambia desde 1.81 m hasta 1.85 m. En el noroccidente la ASL varía 1.68 m y 1.79 m. En julio se observa un aumento general de la ASL con respecto a junio.

En agosto los máximos de la ASL se observan en el norte del CC con un máximo de 2.05 m entre 77°30' y 78°40'W, llegando hasta los 13°15'N. Los valores más bajos de la ASL se registra en dos núcleos, uno entre 79°35'-81°35'W y 10°15'-11°20'N con 1.93 m y otro núcleo ubicado entre 76°05'-78°30'W y 11°-12°N con un valor de 1.92 m. En la península de la Guajira la ASL es de 1.58 m. Desde los 73° hasta los 75°W la ASL varía entre 1.57 m y 1.63 m. En el golfo de Morrosquillo el promedio de la ASL es de 1.67 m. En el nororiente la ASL cambia de 1.87 m a 1.9 m. En el noroccidente la ASL varía entre 1.71 m y los 1.79 m. En agosto hay un aumento general de la ASL con respecto al mes anterior.

En septiembre la imagen de la distribución de la ASL es muy parecida del mes anterior, solo aparece un núcleo más entre valores altos. En el norte del CC un núcleo se registra entre 78°10' y 78°40'W con un valor de 2 m, en otro núcleo que queda entre los 73° y 74°W tiene la ASL igual a 2.01 m. Los valores relativamente altos de la ASL se observan hasta los 14°N aproximadamente. Los valores bajos de la ASL se registra en dos núcleos, uno en el centro en los 81°W y 11°N con un valor de 1.5 m y otro núcleo con el centro en los 77°W y 12°N con 1.55 m. En la península de la Guajira la ASL promedio es igual a 1.62 m. Entre 73° y 75°W la ASL varía entre 1.64 m y 1.66 m. En el golfo de Morrosquillo el promedio de la ASL es igual a 1.71 m. En el nororiente la ASL varía entre 1.88 m y 1.9 m. En el noroccidente la ASL cambia desde los 1.76 m hasta los 1.82 m. En septiembre se registra un aumento general de la ASL con respecto a agosto.



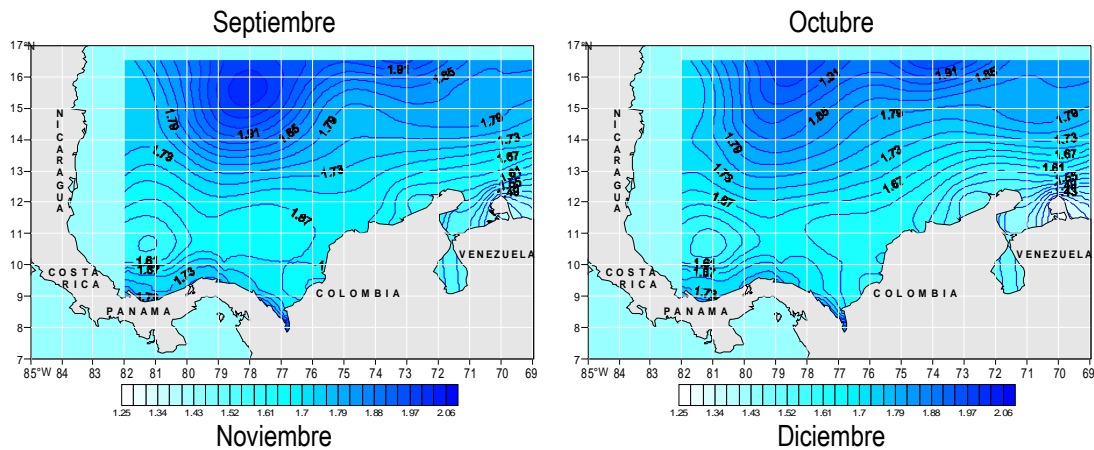


Figura 53. Altura de Superficie Libre del Mar, m

— 1.6 — Líneas iguales de Altura del Superficie Libre del Mar cada 0.03 m

En octubre los valores altos de la ASL se observan en el norte del CC con un núcleo entre  $75^{\circ}$  y  $77^{\circ}35'W$  con 2.03 m, distribuyéndose hasta los  $13^{\circ}N$  aproximadamente. Los valores más bajos de la ASL se registra en la parte suroccidental del CC entre  $10^{\circ}N$  y  $11^{\circ}05'N$  con un valor de 1.57 m. En la península de la Guajira la ASL promedio es igual a 1.66 m. Desde los  $73^{\circ}$  hasta  $75^{\circ}W$  la ASL cambia desde 1.66 m hasta 1.69 m. En el golfo de Morrosquillo el promedio de la ASL es igual a 1.73 m. En el nororiente la ASL se cambia entre los 1.87 m y 1.9 m. En el noroccidente la ASL varía entre 1.78 m y los 1.85 m. En octubre se observa un aumento general de la ASL con respecto al mes anterior y se registra el máximo del año.

En noviembre los valores altos de la ASL se ubica en el norte del CC con un núcleo entre los  $77^{\circ}30' - 78^{\circ}35'W$  y  $15^{\circ} - 16^{\circ}20'N$  con un valor máximo de 2.02 m, llevando sus valores hasta los  $13^{\circ}N$  aproximadamente. Los valores más bajos de la ASL se observan en la parte suroccidental del CC entre los  $81^{\circ} - 81^{\circ}35'W$  y  $10^{\circ}25' - 11^{\circ}N$  con un valor de 1.58 m y otro lugar con valores bajos se registra cerca de la península de la Guajira, entre  $72^{\circ}$  y  $72^{\circ}55'W$  con un valor de 1.59 m. Entre  $73^{\circ}$  y  $75^{\circ}W$  la ASL varía desde los 1.62 m y 1.68 m. En el golfo de Morrosquillo el promedio de la ASL es igual a 1.73 m. En el nororiente la ASL varía entre 1.82 m y 1.8 m. En el noroccidente la ASL cambia desde 1.75 m hasta 1.8 m. En noviembre se observa una disminución general de la ASL con respecto al mes anterior.

En diciembre los valores altos de la ASL se observan en el norte del CC con dos núcleos, uno queda entre  $77^{\circ}30' - 79^{\circ}20'W$  con un valor de 1.97 m y, otro se ubica entre los  $73^{\circ}15' - 74^{\circ}30'W$  con un valor de 1.97 m. Los valores llegan hasta los  $12^{\circ}N$  aproximadamente. Los valores más bajos de la ASL se observan en la parte suroccidental del CC entre los  $80^{\circ}40' - 81^{\circ}40'W$  y  $10^{\circ}15' - 11^{\circ}05'N$  con un valor de 1.57 m y cerca de la península de la Guajira, entre  $72^{\circ}$  y  $73^{\circ}05'W$  con un mínimo de 1.49 m. Desde los  $73^{\circ}$  hasta  $75^{\circ}W$  la ASL varía desde 1.52 m y 1.61 m. En el golfo de Morrosquillo el promedio de la ASL es igual a 1.69 m. En el nororiente la ASL cambia desde 1.82 m hasta 1.8 m. En el noroccidente la ASL varía entre 1.71 m y 1.8 m. En diciembre se registra una disminución general de la ASL con respecto al mes anterior.

En general en la ASL del mar durante el año climático se registra que desde enero hasta marzo hay una disminución de los valores, en marzo se observa el mínimo del año. De marzo hasta octubre se aprecia un aumento de la ASL, en octubre se registra el máximo del año.

## BIBLIOGRAFÍA

BUBNOV, V.A. Circulación de las Aguas de la Zona Ecuatorial del Océano Mundial. Gidrometeoizdat, Leningrado, 1990.

DEVIS, A., GARCÍA, I., MÁLIKOV, I. y VILLEGAS, N. (2002), Compilación Oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana, Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP), Tumaco, Colombia. 110 p.

DÍAZ, D., I., MÁLIKOV Y N., VILLEGAS. 2008a. Características de las Zonas de Surgencia de la Cuenca del Pacífico Colombiano y su Relación con la Zona de Convergencia Intertropical. XIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. San Andrés Colombia, 23-26 mayo del 2008.

DÍAZ, D., N., VILLEGAS, E I., MÁLIKOV. 2008b. Descripción de los ciclos de ascenso de las aguas de la cuenca del pacífico colombiano durante el año y su relación con factores meteorológicos asociados a la zona de convergencia intertropical. VIII congreso colombiano de meteorología y conferencia internacional sobre "cambio climático, recursos naturales y desarrollo sostenible". Quibdó, Colombia 11 al 14 de marzo 2008.

DORONIN, Y.P. Oceanología Regional. Gidrometeoizdat, Leningrado, 1986.

<http://coastwatch.pfel.noaa.gov/erddap/griddap/erdTAssh1day.html>

[http://podaac.jpl.nasa.gov/woce/woce3\\_topex/](http://podaac.jpl.nasa.gov/woce/woce3_topex/)

<http://search.dss.ucar.edu/cgi-bin/dssearch?words=ds314.0>

<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.coads.1deg.html>

<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.coads.ltm.html>

<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.derived.surfaceflux.html>

<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.surface.html>

<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis2.surface.html>

[http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA05/pr\\_woa05.html](http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA05/pr_woa05.html)

LEYVA, P., ed. (2001), El Medio Ambiente en Colombia, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, Bogotá, Colombia. 543 p.

MÁLIKOV, I. 1998. Determinación de los cambios entre anuales del campo de presión atmosférica en el Pacífico colombiano. Informe Técnico. Centro Control Contaminación del Pacífico, CCCP. Tumaco.

MALIKOV, I. 2000. Determinación de las zonas homogéneas dentro del pacífico colombiano con base en toda la información disponible. Informe Técnico, Tumaco, CCCP.

STEVENSON M. R., G. O. Guillón y J. Santorode Ycaza. 1970. Marine atlas of the Pacific coastal waters of South America Berkeley, Univ. Calif. Press.23p

VILLEGAS, N. 2003. Variación anual del contenido de calor de la capa activa del Océano Pacífico Colombiano. Boletín Científico CCCP, Tumaco, n. 10, p. 31-42, 2003.

WYRTKI, K. 1963. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 9(5):269-304.

WYRTKI, K. 1965. Oceanographic observations in the Panamá Bight. "Askoy Expedition, 1941. Amer. Mus. Nat. Hist., Bull. 118(3):113-152.