

CARACTERIZACION DE CONDICIONES METEOROLOGICAS EN EL SALVADOR

**Autores: Luis García, Ricardo Zimmermann,
Lorena Soriano, Carlos Pérez, Pablo Ayala**

Introducción	5
Capítulo I: Factores Climáticos	7
Capítulo II: Factores astronómicos y geográficos que afectan el clima de El Salvador	8
POSICIÓN GEOGRÁFICA	8
CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA	8
INFLUENCIA DEL RELIEVE	9
Capítulo III: Comportamiento temporal de los factores climáticos en El Salvador	11
Enero	11
CUADRO RESUMEN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MASAS DE AIRE SOBRE EL SALVADOR, DURANTE EL MES DE ENERO	16
Febrero	17
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE EL SALVADOR, MES DE FEBRERO	21
Marzo	22
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE EL SALVADOR, MES DE MARZO	26
Abril	27
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE EL SALVADOR, MES DE ABRIL	31
Mayo	32
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE EL SALVADOR, MES DE MAYO	36
Junio	37
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE EL SALVADOR, MES DE JUNIO	41
Julio	42
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE EL SALVADOR, MES DE JULIO	46
Agosto	47
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE EL SALVADOR, MES DE AGOSTO	51

Septiembre _____	52
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE _____	56
EL SALVADOR, MES DE SEPTIEMBRE _____	56
Octubre _____	57
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE _____	61
EL SALVADOR, MES DE OCTUBRE _____	61
Noviembre _____	62
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE _____	66
EL SALVADOR, MES DE NOVIEMBRE _____	66
Diciembre _____	67
CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MASAS DE AIRE SOBRE _____	71
EL SALVADOR, MES DE DICIEMBRE _____	71
CONCLUSIONES DE CAPITULO _____	72

Capítulo IV: Análisis de Variables Meteorológicas, determinación de Capa Límite e Inversiones Térmicas. _____ ;Error! Marcador no definido.

Variables meteorológicas _____	;Error! Marcador no definido.
1. TEMPERATURA POTENCIAL _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TEMPERATURA PROMEDIO: _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
HUMEDAD RELATIVA: _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
EL VIENTO _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
DETERMINACIÓN DE LA CAPA LÍMITE: _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INVERSIONES TÉRMICAS: _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Capítulo V: CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS Y TOPOGRAFICAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR__ ;Error! Marcador no definido.

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLES METEOROLÓGICAS _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CONCLUSIONES DE CAPITULO. _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXOS DE CAPITULO V _____ ;Error! Marcador no definido.

ANEXO I _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXOS II _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO III _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXOS IV _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Capítulo VI: Características Meteorológicas y Topográficas de tres Zonas del País: Zona Costera, Zona del Valle Interior Oriental y Zona del Valle Interior Occidental _____ ;Error! Marcador no definido.

CARACTERIZACIÓN TOPOGRÁFICA Y DEL USO DEL SUELO. _____	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
--	-------------------------------

USO DEL SUELO. _____; **ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA _____; **ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
ESTACIONES METEOROLÓGICAS. **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLES METEOROLÓGICAS ____; **ERROR!**
MARCADOR NO DEFINIDO.
ESTIMACION DE LA VARIACION DIURNA (HORARIA) DE LAS VARIABLES
CLIMATICAS. _____; **ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES
CLIMATICAS. _____; **ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
CONCLUSIONES DE CAPITULO. ____; **ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
ANEXOS II CAPITULO VI _____; **ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
ANEXOS III CAPITULO VI _____; **ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
ANEXOS IV CAPITULO VI _____; **ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

Conclusiones Generales _____; **Error! Marcador no definido.**
TABLA ANUAL DE VARIABLES METEOROLÓGICAS EN EL SALVADOR
_____; **ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

Glosario General _____; **¡Error! Marcador no definido.**

Bibliografía _____; **¡Error! Marcador no definido.**

Introducción

El presente análisis ha sido elaborado calculando los valores climatológicos de los datos del proyecto de Reanálisis de *National Center for Environment Prediction* (NCEP), *Real Time Environmental Application and Display System* del *Air Resource Laboratory*, y del *National Center for Atmospheric Research* (NCAR), para los años de 1970 a 2000, para las variables de viento, precipitación y temperatura.

En Centro América pueden distinguirse masas de aire con diversas características que afectan y determinan el clima sobre El Salvador. Es necesario por lo tanto, conocer cómo éstas transitan sobre la región, así como sus características cuasi-estacionarias. Dado que el tamaño de nuestro país es pequeño en comparación con los fenómenos meteorológicos, se deben analizar incluso las circulaciones locales.

En términos de las masas de aire más frecuentes sobre El Salvador, se tienen:

Tipo de Masa de aire	Fenómeno Atmosférico
Ártica (seca)	Ausencia de nubes bajas o medias, visibilidad extraordinaria, vientos del norte durante todo el día y temperaturas reducidas
Polar	Durante cortos lapsos de tiempo, formación de nubes bajas, buena visibilidad, viento del norte debilitándose por la tarde
Indiferente	Nubes bajas por la tarde, visibilidad reducida, viento débil del norte por la mañana, ráfagas del sur por la tarde, calma en la noche
Ecuatorial (sofocante)	Grandes acumulaciones de nubes bajas, principalmente a mediodía y después de la puesta del sol, visibilidad reducida, viento rafagoso del sur por la tarde y calmas frecuentes.
Aire del Caribe (alisios)	Visibilidad extraordinaria, poca nubosidad aumentando por la tarde o por la noche, con fuertes tormentas eléctricas
Local (calmas ecuatoriales)	Visibilidad reducida, con lluvia y viento variable, generalmente débil
Pacífico (monzón)	Visibilidad reducida durante todo el día, lluvias y viento fuerte pero sin ráfagas, generalmente del Este.

Durante la estación seca (noviembre a febrero) es decir durante el invierno del Hemisferio Norte, predomina la presencia de frentes fríos cercanos a la región centroamericana lo que permite que por su alta presión post-frontal se genere una cuña anticiclónica la que afecta a El Salvador con vientos Nortes los cuales varían en sus velocidades, refrescando el ambiente y manteniendo en algunos lugares altos y montañosos el descenso de la temperatura.

En la época lluviosa (mayo a octubre) se presentan los alisios con contenido de humedad moderado y alto provenientes del Mar Caribe, con ondas tropicales que determinan el régimen de lluvias para El Salvador. En el mes de junio y hasta septiembre, la Zona de

Convergencia Intertropical resulta en variaciones climáticas desde el Pacífico hasta nuestro país, produciendo temporales, es decir precipitaciones de poca intensidad y de carácter continuo o intermitente.

Capítulo I: Factores Climáticos

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve al planeta. La capa que está en contacto con la superficie, extendiéndose hasta los 15 km, se conoce como la troposfera. Ésta contiene el 95% del aire en la atmósfera y es ahí donde se desarrollan los fenómenos que conocemos como tiempo. En esta capa, la temperatura generalmente disminuye con la altura..

El aire tiene un cierto contenido de calor y humedad. Al estar en continuo movimiento produce cambios en las condiciones del tiempo. Por ejemplo, los ascensos del aire resultan en enfriamiento y a veces en la formación de nubes e incluso precipitación.

En un momento y lugar determinados, las condiciones meteorológicas se pueden definir en términos de la energía solar recibida, la presión, la temperatura, la humedad, y los vientos, parámetros que cambian continuamente, resultando en lo que se conoce como tiempo meteorológico. Las variables meteorológicas están interrelacionados de forma compleja siguiendo las leyes de la Física, por lo que la descripción (diagnósticos) y predicción del tiempo y el clima requieren de sus leyes para explica el tiempo y el clima. Entre los factores más importantes que determinan el clima se deben considerar los astronómicos relacionados con la tierra y su posición con relación al Sol. De igual forma se deben considerar los factores geográficos relacionados con la latitud, longitud y altura de un lugar, así como los factores del uso de suelo, incluyendo su cercanía al mar.

En general, son estos factores los que definen el tipo de clima que posee una región. Los contrastes de calentamiento entre dos puntos resultan en contrastes de presión y por tanto en vientos. Cerca del mar por ejemplo, las brisas marinas constituyen un ejemplo de cómo el viento varía al cambiar la temperatura de superficie con el día.

Muy importante en la determinación de los climas son también las llamadas circulaciones de gran escala, frecuentemente representadas por patrones de presión atmosférica en superficie y vientos. La causa de los movimientos horizontales y verticales del aire, así como el traslado de masas de aire y la ocurrencia de nubes, precipitaciones, tormentas o dispersión de contaminantes, tienen su origen esencialmente en los contrastes de presión atmosférica. Si en un área la presión es baja, el aire se dirige hacia allí de todas las direcciones, mientras que si es alta se aleja del centro de este punto. Por la rotación de la tierra, los movimientos se ven afectados y así, en el hemisferio Norte, alrededor de un centro de baja presión, los movimientos del aire van en sentido contrario a las manecillas del reloj o sentido ciclónico. Por otro lado, en una alta presión los vientos giran en el sentido de las manecillas del reloj, es decir en sentido anticiclónico. Un ejemplo de un sistema ciclónico con vientos en sentido contrario a las manecillas del reloj son los llamados ciclones tropicales o huracanes.

Capítulo II: Factores astronómicos y geográficos que afectan el clima de El Salvador

Posición Geográfica

El Salvador está a una latitud entre los 13° y 14° Norte, o sea dentro del cinturón tropical comprendido entre el trópico de Cáncer (23°N) y el trópico de Capricornio (23°S). La intensidad de la energía que viene del Sol depende del ángulo de incidencia, siendo la máxima intensidad de energía cuando cae en forma perpendicular y mínima cuando pasa tangencial. Los máximos de energía en El Salvador, es decir cuando el Sol pasa por el Zenit, se registran el 16 de Agosto y el 26 de Abril.

El clima de El Salvador se caracteriza por una EPOCA SECA y una EPOCA LLUVIOSA, al igual que la mayor parte de Mesoamérica Existe por supuesto gran variabilidad en las características del clima en El Salvador de un año a otro. Es claro, lo único constante en el clima es su variabilidad. Este es un aspecto importante a considerar.

Circulación General de la atmósfera

El Salvador, como en el resto de los países centroamericanos, se ve afectado por los sistemas de alta presión como el anticiclón del Atlántico o de las Bermudas, los vientos alisios y la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) sobre el océano Pacífico del Este.

Los movimientos latitudinales de la ZCIT son de fundamental importancia para comprender la marcha de las estaciones del año con respecto a Centro América y El Salvador.

En gran medida, la estación seca o lluviosa es el resultado de la posición de la ZCIT. Entre noviembre y febrero, la ZCIT se desplaza hacia el ecuador geográfico por lo que sobre El Salvador disminuye la humedad y la circulación atmosférica descendente inhibe la formación de nubes, resultando en la temporada seca. De junio a septiembre, ésta se ubica entre los 10 y 12°N con lo que la humedad, las nubes y las lluvias se aproximan a El Salvador, produciendo la temporada de lluvias. En ciertos años, la ZCIT puede permanecer cercana del ecuador geográfico aun en los meses de junio a septiembre, como sucede en años El Niño. Estos años pueden resultar en sequías meteorológicas.

Durante la mayor parte del año, Centroamérica se encuentra bajo el régimen de los vientos alisios del noreste (NE) que vienen del mar Caribe. También pueden afectar el clima de El Salvador los alisios del suroeste (SW) del Pacífico. En los meses secos, los vientos cerca de la superficie vienen desde el noroeste (NW), en relación con anticiclones migratorios que se desplazan hacia Centroamérica, trayendo aire relativamente frío desde latitudes medias, que originan vientos con componente norte (N).

En los meses de julio y agosto, se presenta un mínimo relativo en las lluvias que se conoce como canícula y esta asociado con cambios en las circulaciones atmosféricas que se extienden por la mayor parte de Mesoamérica.

Influencia del Relieve

Uno de los factores más importantes en la determinación del clima es la topografía, o sea la distribución de las alturas del terreno. Las características del suelo también pueden llevar a determinar el tipo de clima local que se observa. La presencia de sistemas montañosos influyen en la diferenciación de los climas y las estaciones del año, en ambas vertientes del Istmo Centroamericano. Las montañas actúan principalmente sobre los vientos, que son transportadores de calor, humedad y contaminantes. Muy importante es la llamada componente orográfica de la lluvia, que resulta de vientos forzados verticalmente que a su vez producen una tendencia a lluvias intensas. Por otro lado, vientos descendientes de la montaña tienden a producir ausencia o disminución en la intensidad de las lluvias. .

Como se muestra esquemáticamente en la figura 1, a ambos lados de la montaña la intensidad de la lluvia es contrastante, con más precipitación al lado que da el viento (barlovento), por obligar al aire a subir y enfriarse. En la falda protegida del viento (sotavento), el aire desciende, se calienta y reseca. El efecto orográfico explica así las mayores precipitaciones en la parte atlántica de Centro América, ya que los vientos vienen del Atlántico y del Caribe (NE) , perpendiculares a la cadena montañosa central.

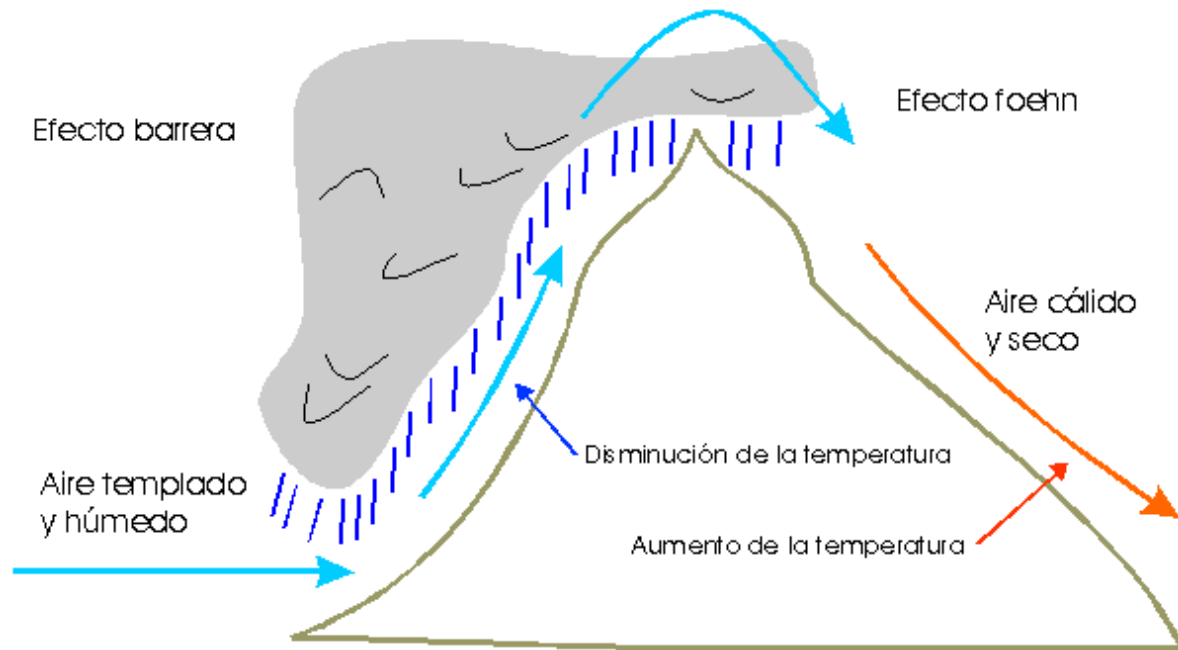


Figura 1

Para el caso específico del El Salvador, el norte está protegido por una cadena montañosa donde la altura máxima es de más de 2400 msnm, en el cerro el Pital en el Departamento de Chalatenango (Fig. 2). Las montañas centroamericanas producen un efecto parecido al descrito en la Figura 1, por lo que al aire que viene del noreste o norte, resulta en lluvias

más intensas en la parte del Caribe de Honduras, y lluvias menos intensas en El Salvador. Este fenómeno se denomina EFECTO FOEHN.

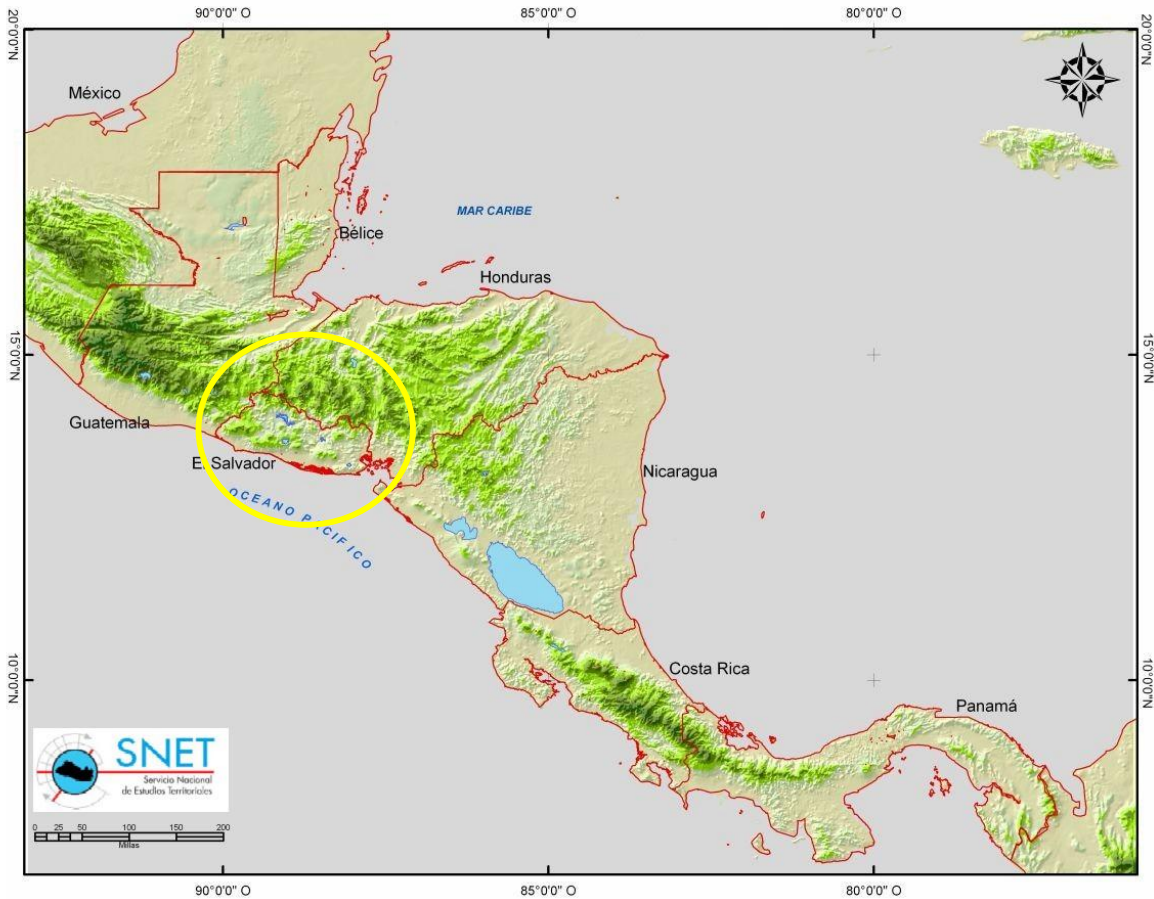


Figura 2

Al sur, se tiene otra cadena montañosa con una altura máxima de 2381 msnm, en el volcán de Santa Ana en el Departamento de Santa Ana. Cuando ésta es alcanzada por las brisas marinas en los meses de Mayo a Octubre. Tiende a producirse nubosidad y lluvias en horas de la tarde.

La temperatura del mar frente a la costa de El Salvador es de alrededor de 28°C y sus efectos se sienten varios kilómetros tierra adentro. En términos climáticos, las temperaturas de superficie del mar mayores a 28°C favorecen el desarrollo de nubes convectivas y precipitaciones. El resultado de los factores anteriores determina las características de la temporada de lluvias.

Capítulo III: Comportamiento temporal de los factores climáticos en El Salvador

Enero

Presión media de superficie y características climáticas medias en Enero.

El primer mes del año pertenece a la denominada época seca y se caracteriza por cielos despejados y por ingreso de frentes fríos, con pequeñas posibilidades de lluvia al norte del país, así como el registro de las temperaturas más bajas del año, alcanzando valores en San Salvador de 14 al 17 grados centígrados. En zonas altas este rango es más bajo.

Como se observa en el esquema de la presión media al nivel del mar (Fig. 3), las altas presiones sobre el territorio estadounidense y mexicano (> 1018 Hpa), contrastan con las presiones sobre Centroamérica y el Caribe (< 1012 Hpa). resultando en vientos con componente norte. En El Salvador, la presión media sobre el nivel del mar, ronda entre los 1013 y 1014 Hpa.

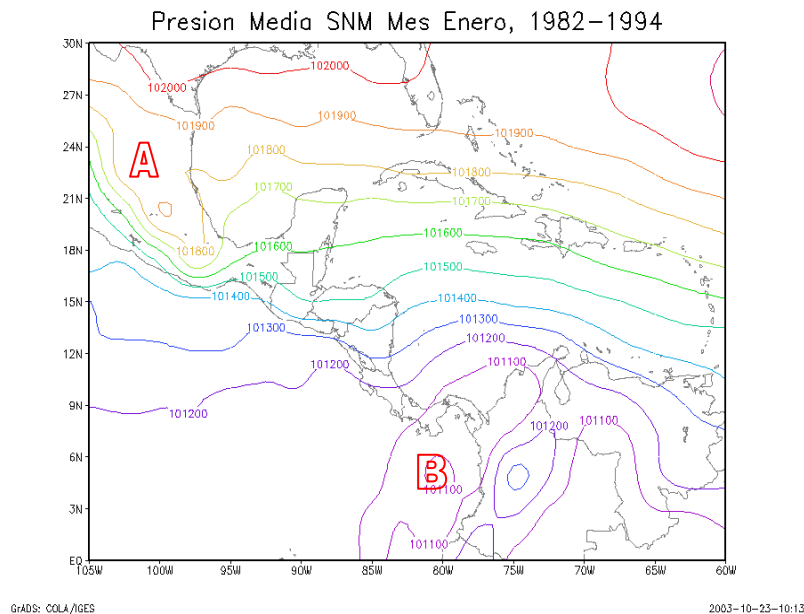


Figura 3

La baja presión frente a Panamá. resulta en un gradiente de presión de 9Hpa (1020-1011), y vientos con componente norte en este nivel.

Promedio GPM/Vientos Mes Enero, 1982-1994, 1000HPa

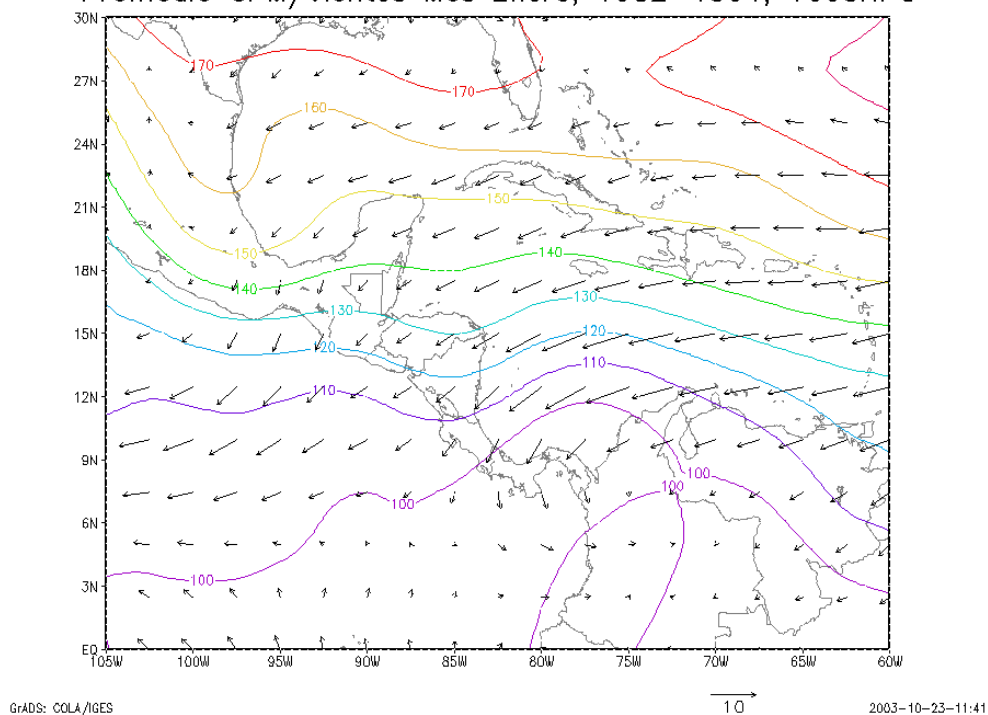


Figura 4

Para el nivel de 850Hpa se observa un valor de 1525GPM sobre El Salvador, con los valores altos viento. Al prestar atención a la tendencia de giro del viento, puede observarse que gira horariamente, es decir un flujo anticiclónico sobre El Salvador, inhibiendo la formación de nubes, es posible ver también el acercamiento del anticiclón del Atlántico a los 24°N. Para 700Hpa la altura geopotencial es de 3150GPM con vientos en dirección noreste (NE) y valores alrededor de 10KT (20 m/s) con el anticiclón a 24°N, elevándose un poco mas, a 500Hpa. vemos que el centro del anticiclón se acerca más a nuestro país, 18°N, con vientos sobre El Salvador de aproximadamente 25KT y altura geopotencial de 5860GPM.

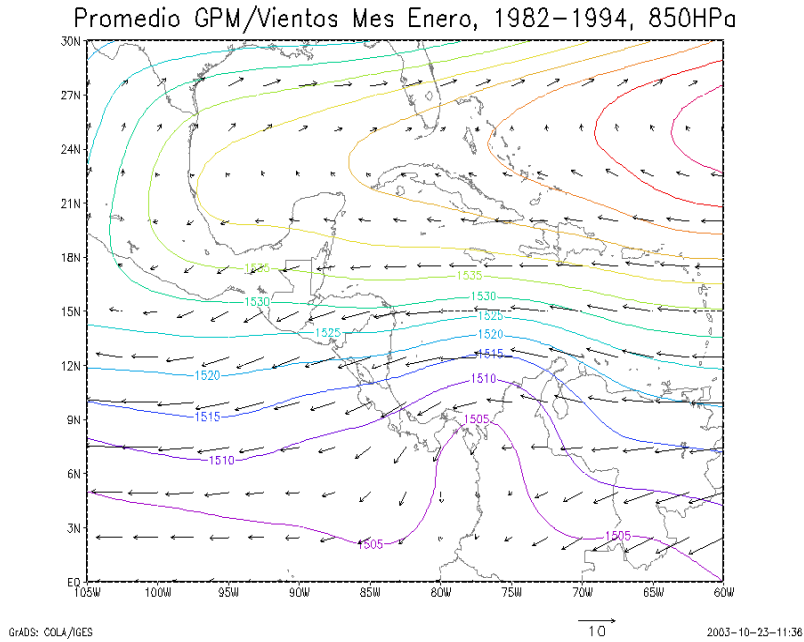


Figura 5

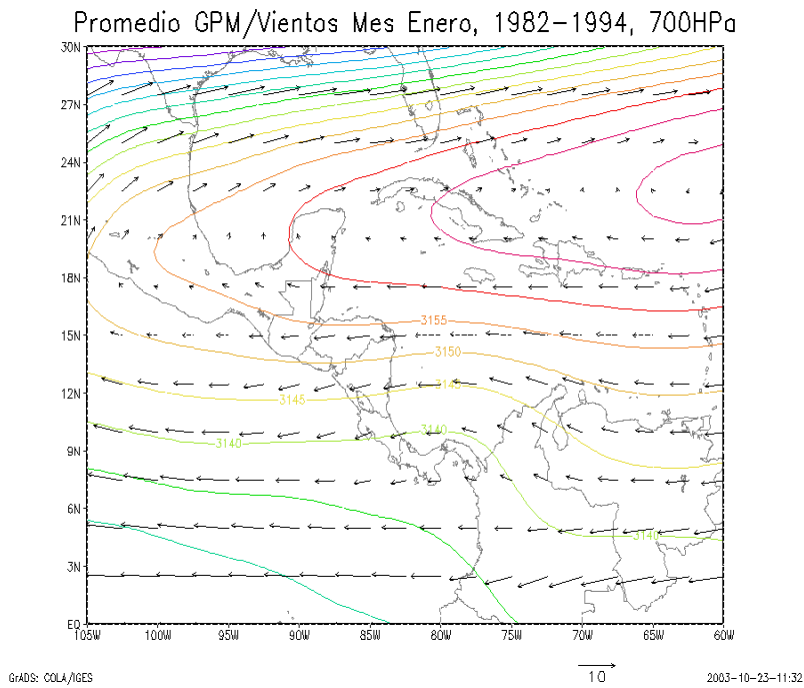


Figura 6

Es claro que el efecto de la fricción disminuye con la altura, lo cual se encuentra al comparar los diferentes niveles (1000, 850, 700 y 500 Hpa) (Figs. 4, 5, 6 y 7) y distinguir que los vientos con la altura tienden a alinearse con las líneas de altura geopotencial. Este factor permite estimar en forma muy general, los umbrales de la capa límite planetaria en la región, elemento de gran importancia cuando se considera dispersión de contaminantes.

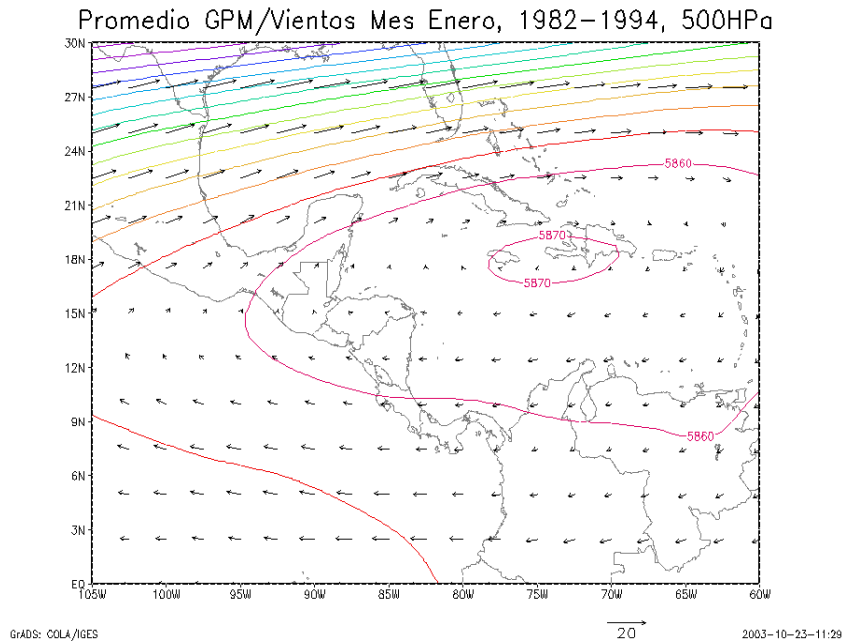


Figura 7

Temperatura y Precipitación

La subsidencia inhibe la formación nubosa sobre El Salvador, lo que permite que la radiación solar caliente la superficie, originando que se registren días cálidos con temperaturas máximas promedio de 30.4 grados centígrados en San Salvador y noches frías con temperaturas mínimas promedio de 18.8 grados centígrados, mientras que la temperatura media está entre 25° y 26°C (Fig. 8). El cielo despejado y los altos valores de radiación solar pueden llevar a la formación de ozono (de existir los precursores), por lo que los meses de invierno podrían resultar en altos niveles de este contaminante.

Al observar la figura 9, se encuentran lluvias escasas de 1mm/día en promedio, hacia el Norte de El Salvador, debido, como ya se dijo anteriormente, al acercamiento de frentes fríos y obviamente, al efecto Foehn. Es posible entonces que en este mes existan condiciones lluviosas esporádicas sólo hacia el Norte. El comportamiento local de estas variables climáticas de las diferentes ciudades se detalla en los capítulos posteriores.

Temperatura (C) Promedio , Mes Enero, 1982-1994

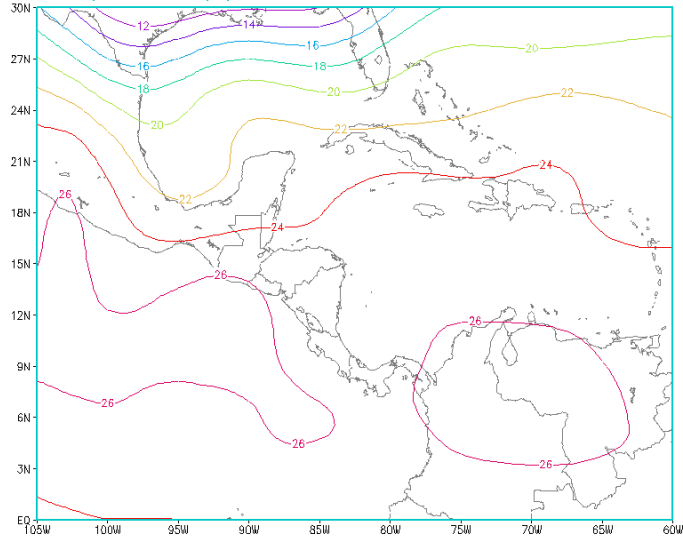
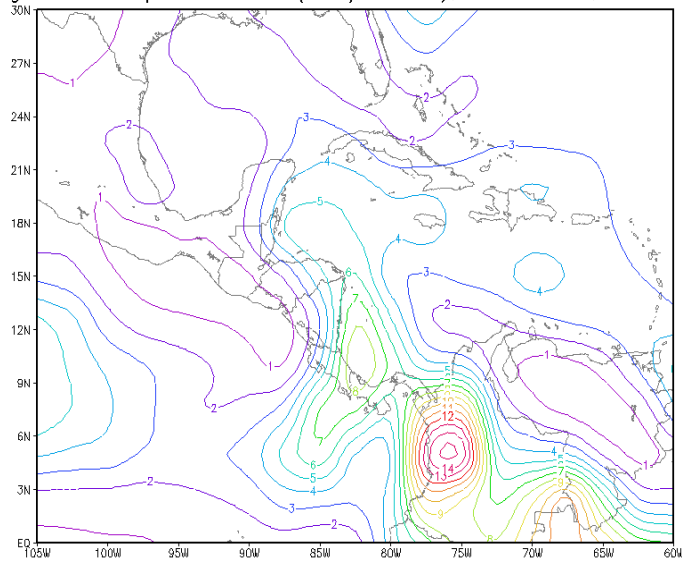


Figura 8

Rango de Precipitacion Total(mm/diarios), Mes Enero, 1982-1994



GRADS: COLA/GES

2003-10-25-11:12

Figura 9

**Cuadro resumen del Comportamiento de las masas de aire sobre
El Salvador, durante el mes de Enero**

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1013 a 1015 MB.
Flujo de Viento, tipo	Polar, seco y frío
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Nor-Noreste, 10 a 15 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Este-Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Sureste, con 2 a 8 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 24 a 26 grados
Precipitación total (mm/diarios)	De 0 a 1 mm/día.

Febrero

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Febrero.

Durante este mes continúa el desplazamiento de las altas presiones sobre México y el Mar Caribe, originadas principalmente por algunos frentes fríos que aún se desplazan sobre esas regiones, los cuales son menos frecuentes y menos intensos que en el mes de enero para la región centroamericana en general y para El Salvador en particular. Estas condiciones mantienen sobre el territorio salvadoreño un valor promedio de presión en el ámbito medio del mar de 1013 Hpa. (Fig. 10).

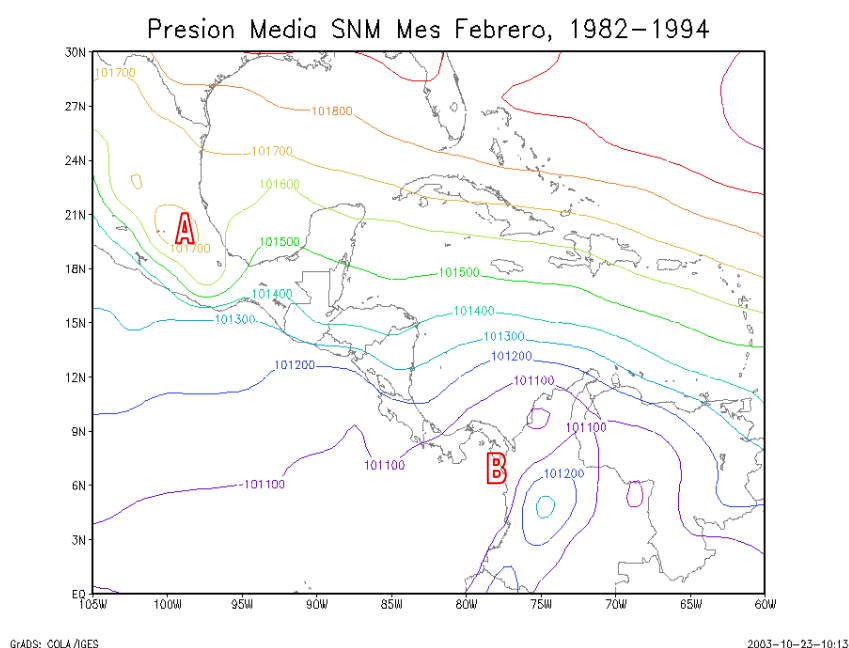


Figura 10

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

Al nivel a 1000Hpa encontramos una situación análoga con vientos del Noreste con valores de alrededor 6KT sobre El Salvador, teniéndose una altura geopotencial de 110.5GPM. Es posible observar que la Zona de Convergencia Intertropical se mantiene inactiva, muy alejada de las costas salvadoreñas durante este mes (Fig. 11).

Al observar el nivel de 850Hpa, encontramos que el anticiclón del Atlántico se mantiene en la misma posición que el mes anterior, 24° N, mientras que el valor de la altura geopotencial es de 1520GPM sobre El Salvador. En el nivel de 700Hpa es posible constatar que la dirección y fuerza del viento se mantiene con respecto al mes anterior, y su altura geopotencial es de 3150GPM. Si se incrementa la altitud a nivel de 500Hpa la altura geopotencial se mantiene 5860GPM. (Figs. 12, 13 y 14).

Promedio GPM/Vientos Mes Febrero, 1982-1994, 1000HPa

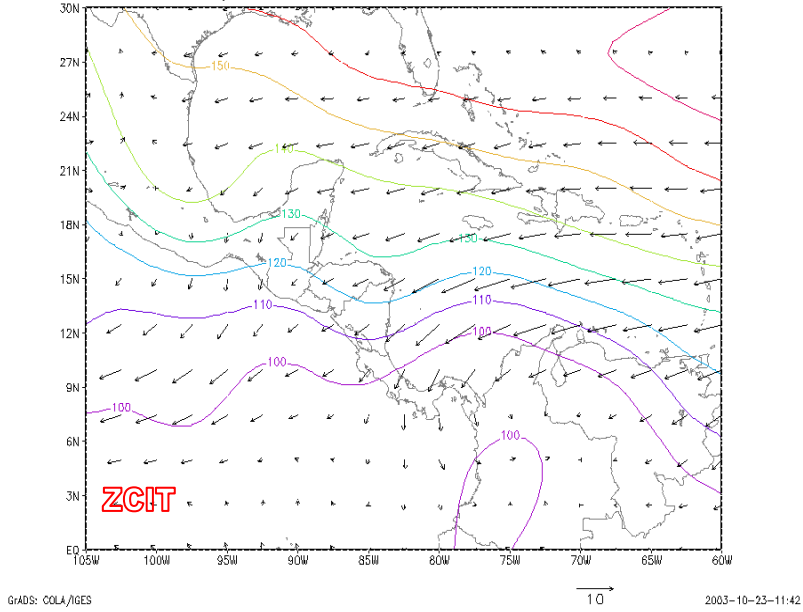


Figura 11

Promedio GPM/Vientos Mes Febrero, 1982-1994, 850HPa

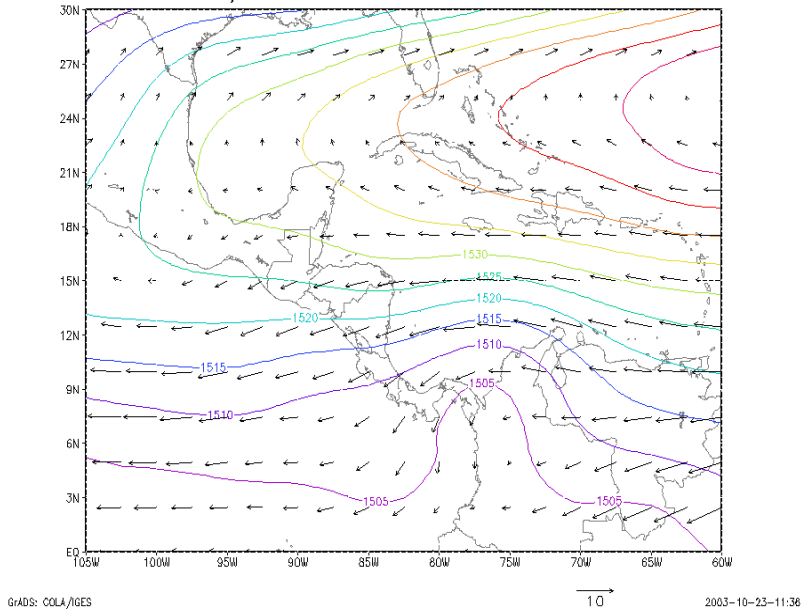


Figura 12

Promedio GPM/Vientos Mes Febrero, 1982-1994, 700HPa

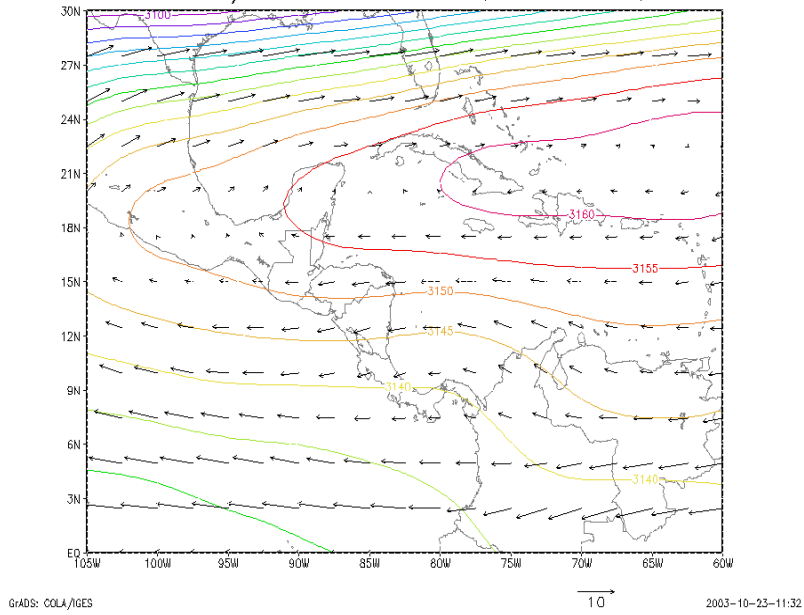


Figura 13

Promedio GPM/Vientos Mes Febrero, 1982-1994, 500HPa

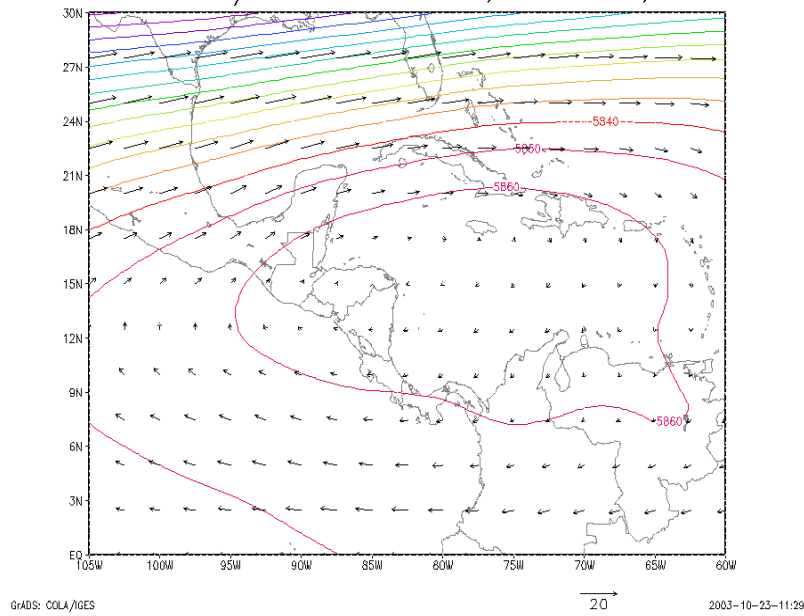


Figura 14

Temperatura y Precipitación.

En lo que respecta a la temperatura, comienza un leve incremento hasta 26° C sobre El Salvador debido a la poca nubosidad y a la menor frecuencia de frentes fríos por la región centroamericana. La precipitación, se mantiene en promedio de 1mm/día en el Norte de El Salvador, con un comportamiento similar al mes de Enero, figuras 15 y 16

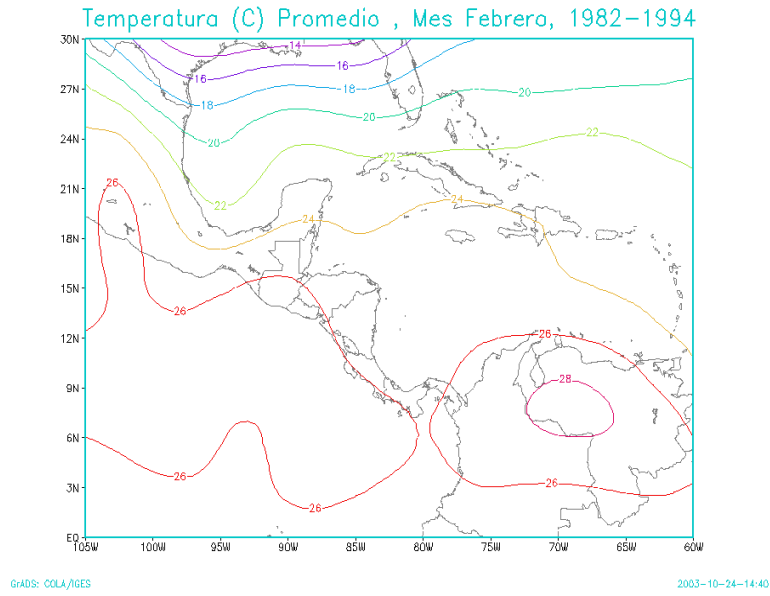


Figura 15

Rango de Precipitación Total(mm/diarios), Mes Febrero, 1982-1994

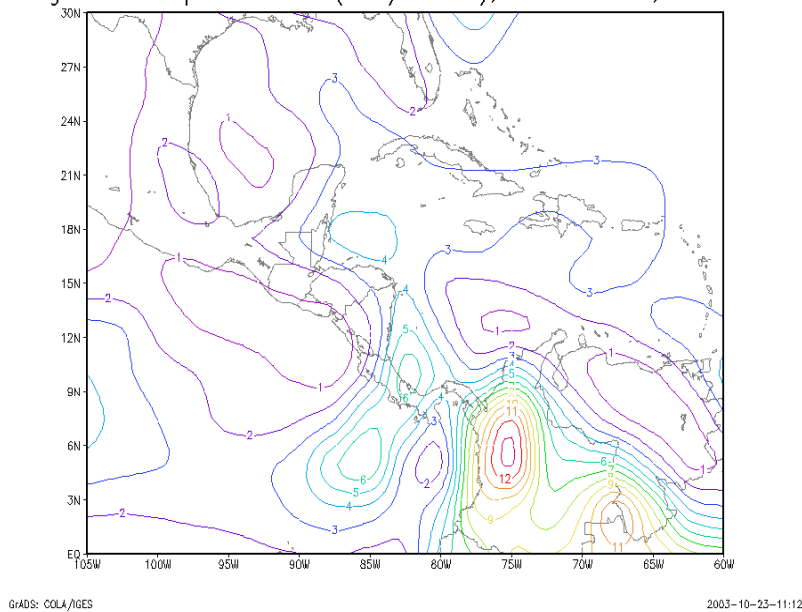


Figura 16

**Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre
El Salvador, mes de Febrero**

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1012 a 1014 MB.
Flujo de Viento, tipo	Polar, seco y frío
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Noreste, 2 a 8 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Nor-Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Este-Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Este-Sureste, con 2 a 4 Nudos
Temperatura promedio(°C)	26 grados
Precipitación total (mm/diarios)	0 a 2 mm/día.

Marzo

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Marzo.

Durante este mes, en el territorio salvadoreño, el incremento de las temperaturas es sensible, considerándose como uno de los meses más cálidos. Estadísticamente hablando la presencia de frentes fríos en este mes es baja, por lo que los días con vientos Nortes sobre el país son escasos, ocasionando que la atmósfera alcance un alto grado de turbiedad producida por la concentración de polvo, bruma y humo que generalmente procede de las quemadas que realizan los agricultores para preparar la tierra de cultivo previo al inicio de la estación lluviosa. Es importante considerar las condiciones en el uso de suelo en esta temporada, ya que la sequedad del terreno resulta en condiciones que favorecen las incendios forestales y episodios de mala calidad del aire. Por otro lado la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), se mantiene alejada de las costas salvadoreñas.

Al nivel del mar la presión atmosférica disminuye a un valor de 1012Hpa, efecto de los pocos frentes fríos por el Golfo de México y el Caribe, aunque en el Hemisferio Norte continua en invierno. Si se observa la figura 17, podrá observarse que la distribución de las isobaras, líneas de igual presión, es diferente a los meses anteriores, generando un gradiente de 5Hpa con dirección del Noreste.

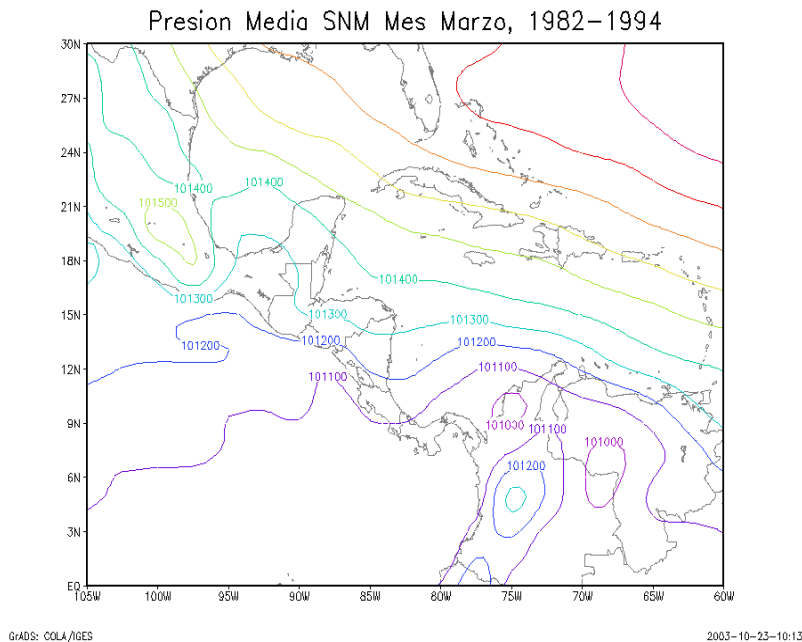


Figura 17

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

Al examinar la figura 18, se encuentra que al nivel de 1000Hpa se mantiene el flujo anticiclónico con valores muy pequeños, aproximadamente unos 2 KT, con una altura de 109GPM aproximadamente, la distribución de las isobaras es parecida al nivel medio del mar. Vientos más débiles resultan en menores posibilidades de dispersión de contaminantes.

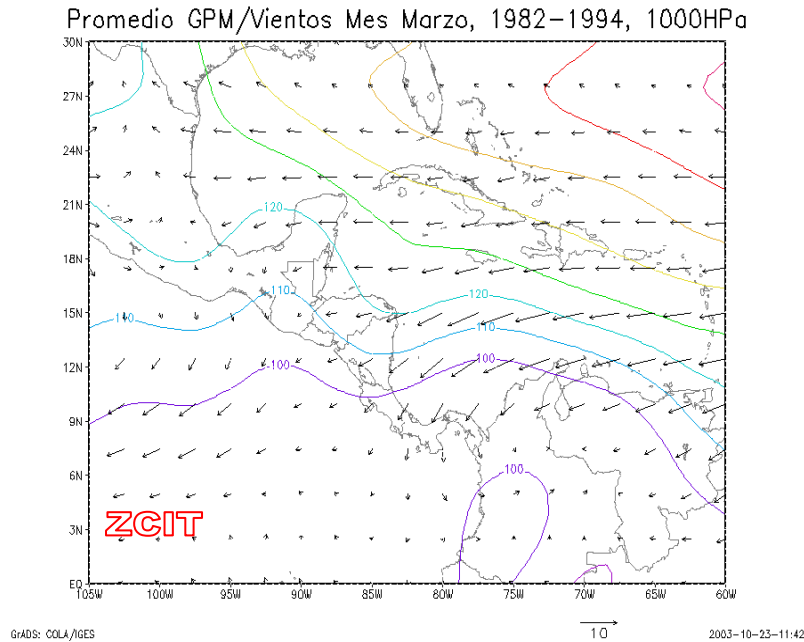


Figura 18

Analizando el nivel a 850Hpa, se encuentra que sobre El Salvador el valor de la altura geopotencial es de 1520GPM, es decir 2GPM menor que el mes anterior, y la posición del anticiclón del Atlántico se acerca un poco más en latitud y longitud hacia Centroamérica y por ende a El Salvador. Con base en el análisis de la figura 19, se tiene que los valores del viento se mantienen cerca de los 10KT.

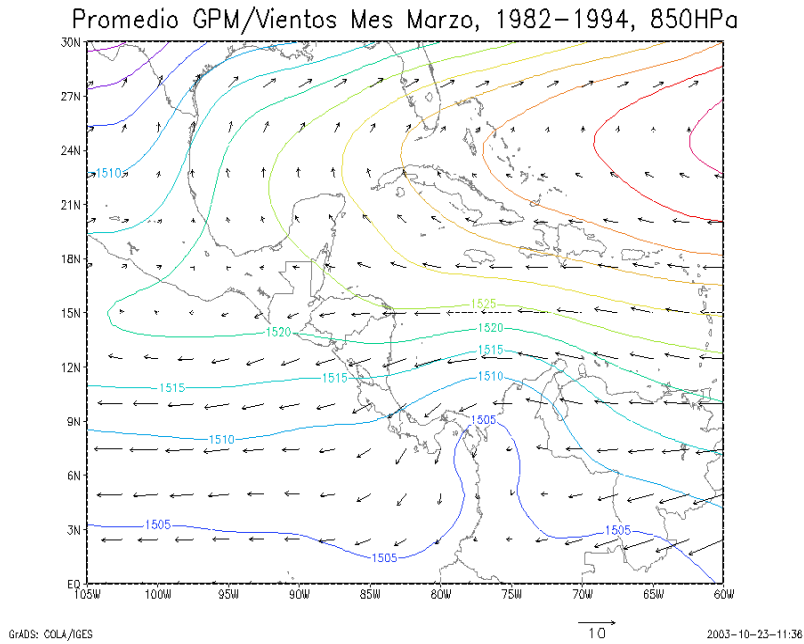


Figura 19

En el nivel de 700Hpa, (Fig. 20), se observa que como consecuencia del acercamiento del anticiclón del Atlántico, el centro de alta presión aumenta su radio de acción, situación análoga para el nivel de 500Hpa, figura 21.

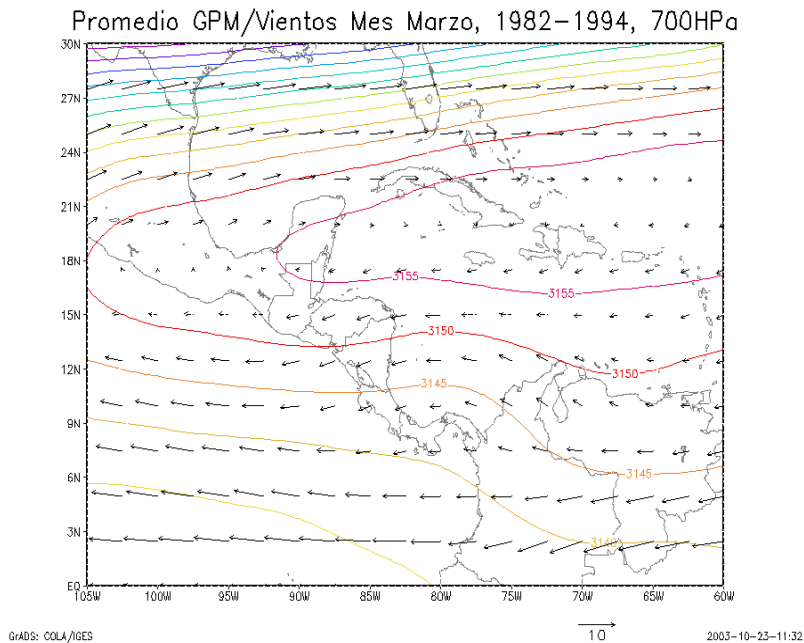


Figura 20

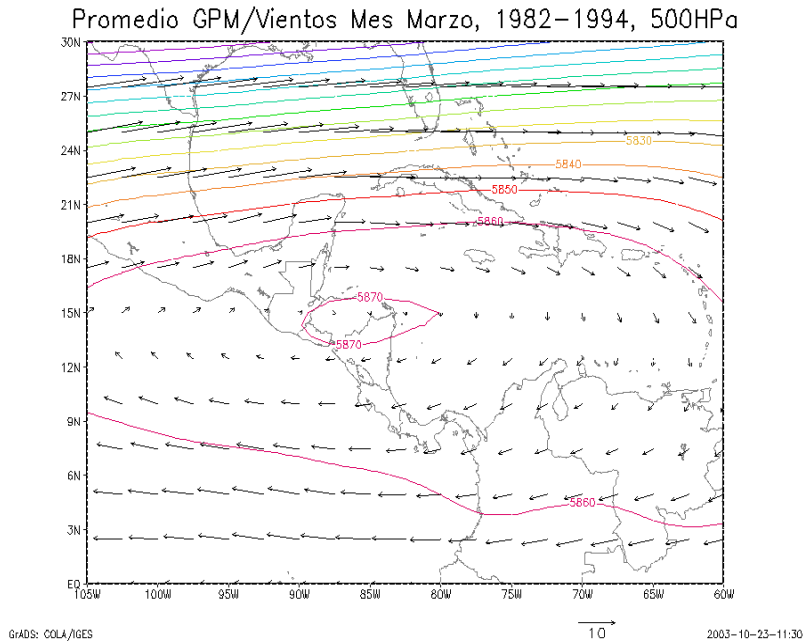


Figura 21

Temperatura y Precipitación.

El efecto de la presión relativamente alta y el empuje descendente de las masas de aire, provoca que continúe para El Salvador el cielo generalmente despejado, por lo que la temperatura ambiente se mantienen alta en superficie, alcanzando este mes los 27°C en promedio (Fig. 22), a la vez se muestra nuevamente un rango de precipitación diario mínimo de 1 mm/día, (Fig. 23), presentándose algunas posibilidades bajas de lluvia, principalmente desde la zona Norte hasta la franja central del país.

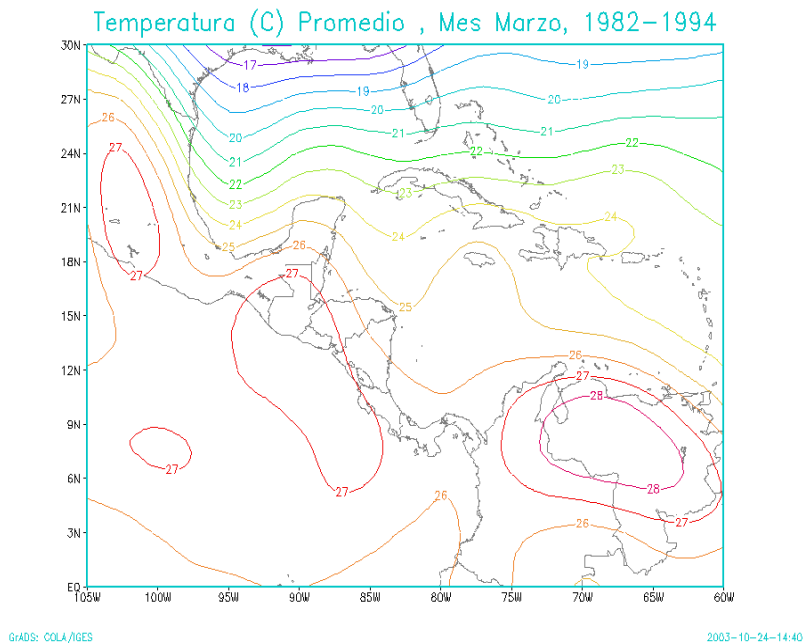


Figura 22

Rango de Precipitación Total(mm/diarios), Mes Marzo, 1982–1994

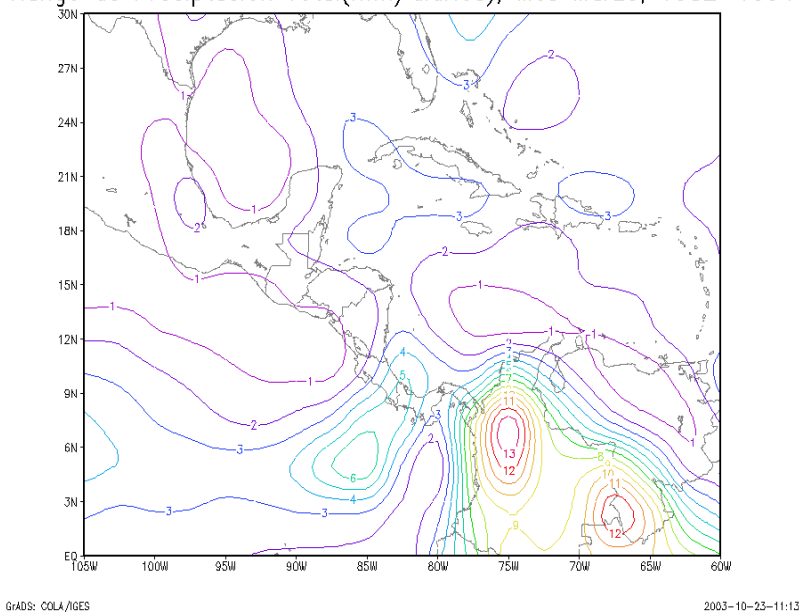


Figura 23

Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre El Salvador, mes de Marzo

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1011 a 1013 MB.
Flujo de Viento, tipo	Mezclados polares y tropicales
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Noreste, 2 a 6 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Este-Noreste, 10 a 15 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Este-Noreste, 2 a 8 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Este, con 2 a 6 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 27 grados
Precipitación total (mm/diarios)	De 0 a 2 mm.

Abril

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Abril.

Durante este mes se registran las más altas temperaturas sobre El Salvador mientras la posibilidad del ingreso de frentes fríos es casi nula, por lo que los vientos Nortes ya no se hacen presentes, permitiendo así el ingreso de brisas marinas al territorio salvadoreño, iniciándose por tanto la transición de la época seca a la lluviosa, presentándose por lo general 4 a 5 días con lluvia. Se espera la máxima insolación solar por lo que ciertos contaminantes (ozono) podrían alcanzar valores máximos en este periodo.

Durante el mes de Abril las condiciones sobre la región Centroamericana siguen variando de forma lenta, pero gradual, (Fig. 24). La presión media al nivel del mar sobre nuestro país es de 1011hpa., un milibar menor que el mes anterior.

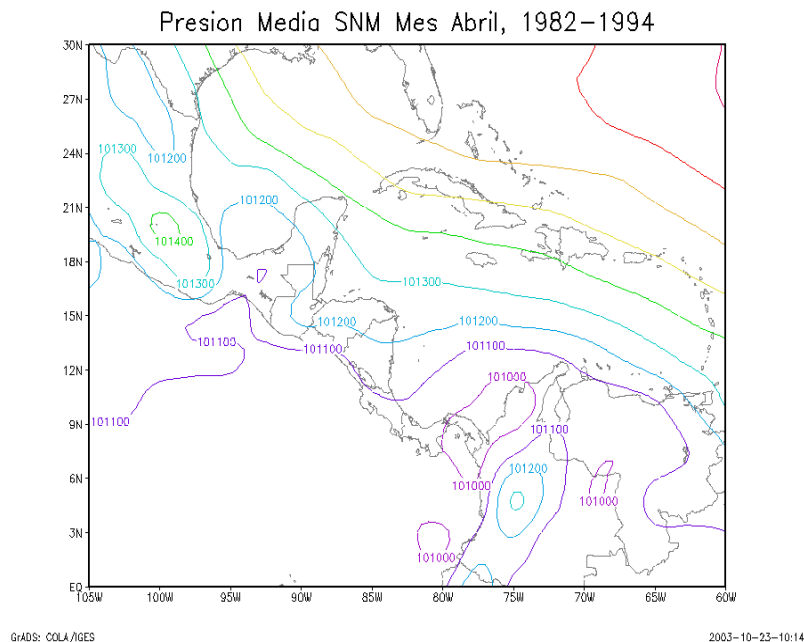


Figura 24

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

Al examinar el nivel superior de 1000Hpa, se observa una altura de 100GPM sobre El Salvador con vientos de aproximadamente 2KT con dirección ESTE, propiciando la entrada de humedad desde el Mar Caribe y el acercamiento de la ZCIT, (Fig. 25).

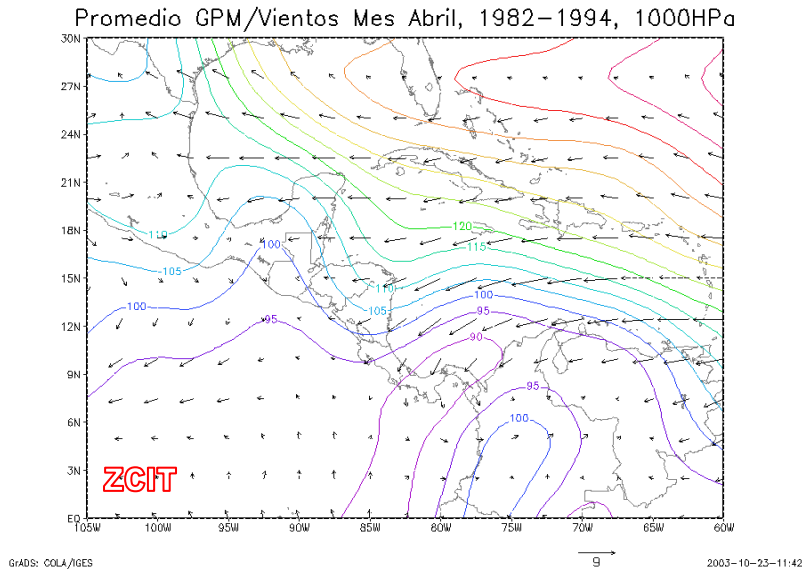


Figura 25

Al compararse los niveles de la capa baja de la atmósfera, 850Hpa en la figura 26, con los meses anteriores, puede apreciarse que el anticiclón semipermanente del Atlántico ubicado en 24°N, disminuye su influencia sobre nuestro país observándose un valor de 1014GPM.

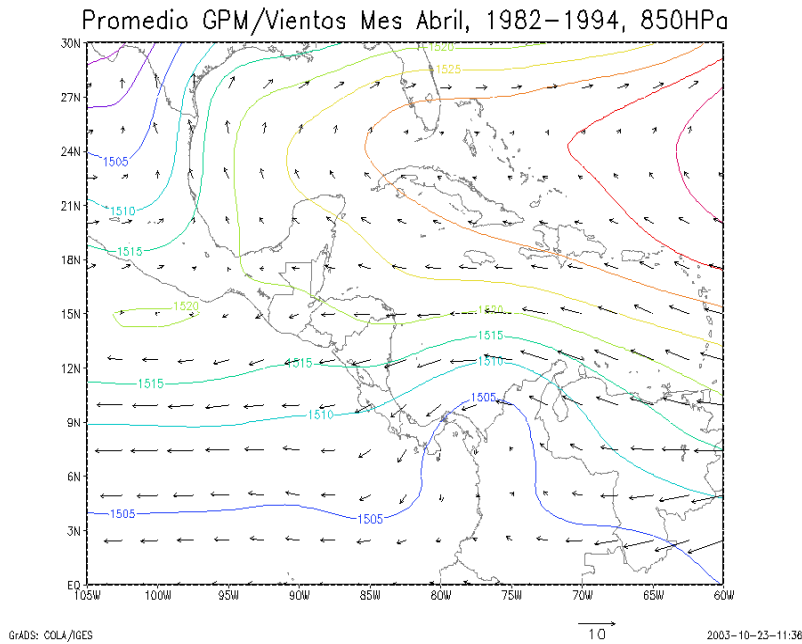


Figura 26

Lo anterior permite un flujo de vientos alisios (del ESTE) (E) sobre El Salvador, pero aún con flujo de humedad que aunque mayor, no permiten el desarrollo de nubosidad. Existen una mayor cantidad de humedad que en los meses anteriores de Enero a Marzo. En el nivel de 700Hpa, (Fig. 27), la altura geopotencial se reduce a 3151GPM, con vientos con dirección Noreste y valores de 10KT.

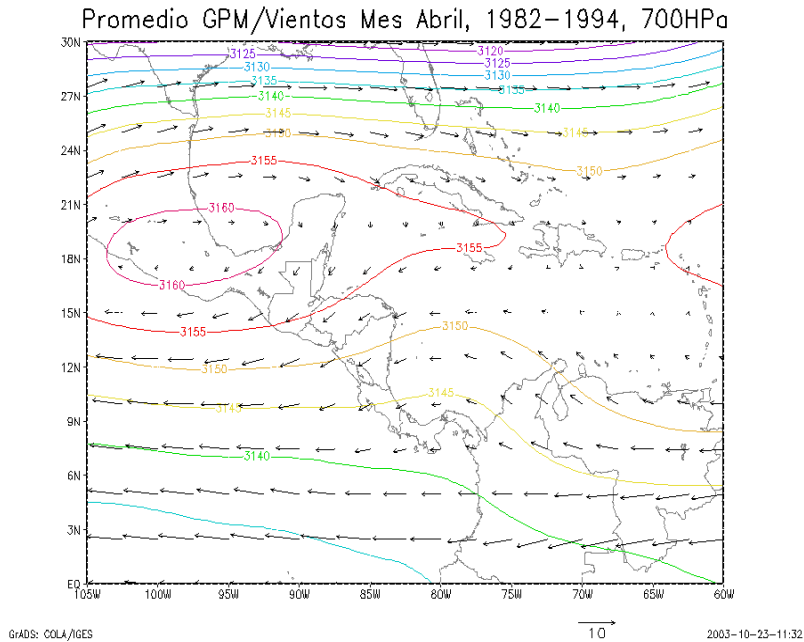


Figura 27

Si aumentamos el nivel a 500Hpa, figura 28, es posible ver como la alta presión que estaba sobre El Salvador se ha desplazado hacia el este, dejando un valor de 5870MGP sobre el territorio salvadoreño. Es preciso observar, que a los niveles de 1000Hpa y 850Hpa se observa un giro ciclónico en la dirección del viento, un cambio significativo respecto a los meses anteriores.

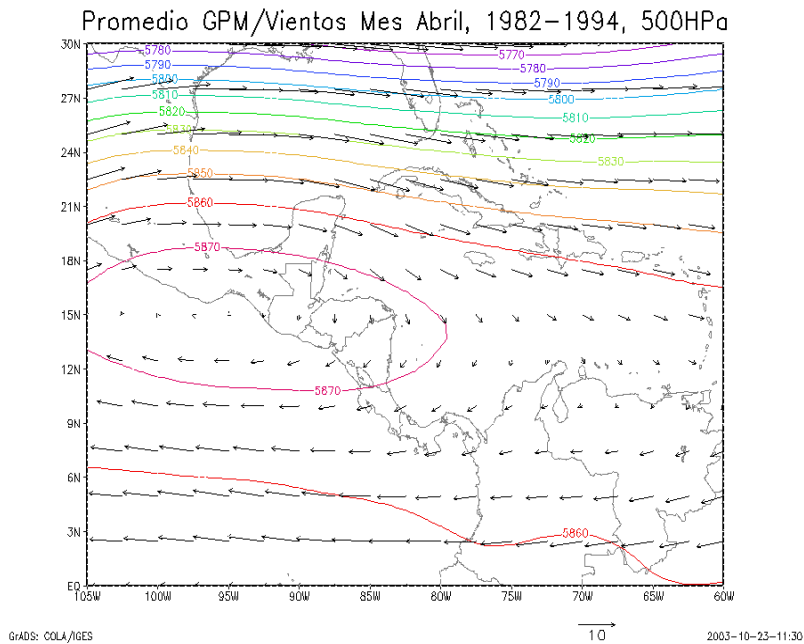


Figura 28

Temperatura y Precipitación.

A pesar del desplazamiento del anticiclón semipermanente hacia el Norte permite que se mantenga en alguna medida poca nubosidad y las temperaturas considerablemente altas, siendo este mes en el cual se registran las temperaturas máximas de todo el año (Fig. 29) con valores medios sobre El Salvador una temperatura de 28 ° C. Aparece un ligero incremento en la probabilidad de lluvia relativo a marzo o febrero (Fig.30), observándose para el Salvador 3 mm/día. los cuales pueden presentarse de preferencia en la zona Norte, aunque se pueden dar en otros puntos del territorio nacional.

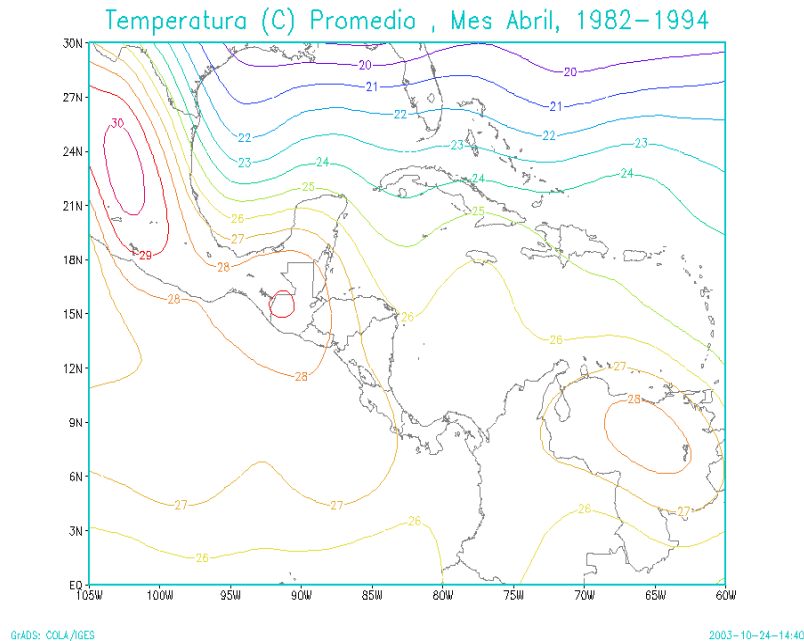


Figura 29

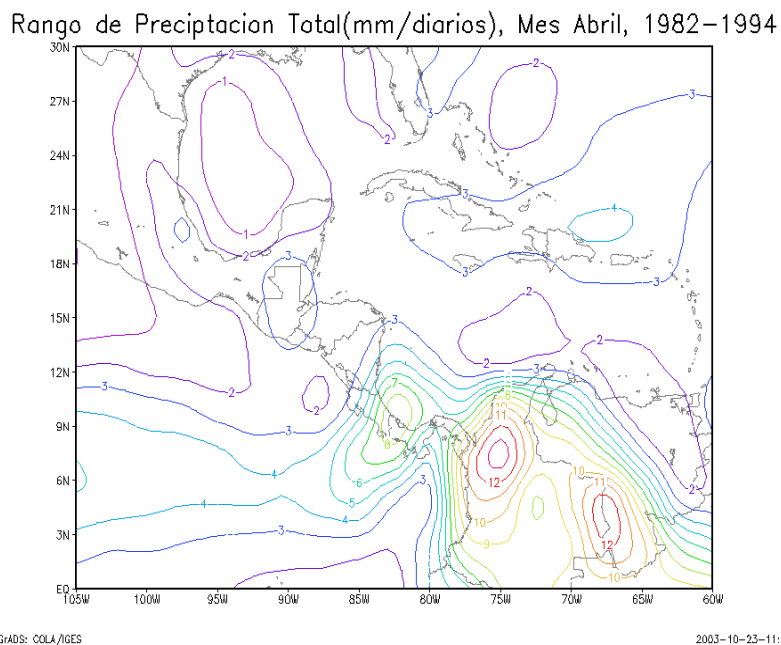


Figura 30

**Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre
El Salvador, mes de Abril**

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1011 a 1012 MB.
Flujo de Viento, tipo	Con Poca Humedad y polares
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Este, 0 a 4 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Este, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Nor-Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Norte, con 0 a 2 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 27 a 28 grados
Precipitación total (mm/diarios)	De 2 a 3 mm/día.

Mayo

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Mayo

Mayo es el mes en el que estadísticamente hablando se presenta el inicio de estación lluviosa en El Salvador, la cual es fomentada por las ondas del Este es decir, por movimientos atmosféricos que se trasladan desde el Caribe hacia la región centroamericana y por ende al territorio salvadoreño como por ascenso orográfico, las cuales se presentan en forma de tormentas eléctricas y chubascos, es necesario aclarar que en este mes las ondas del Este no están bien definidas. Además la presencia de la brisa marina por más tiempo, desde horas de mediodía hasta horas de la noche, favoreciendo la formación de mayor nubosidad, principalmente en la cordillera volcánica sur.

La posibilidad de ingreso de frentes fríos sobre El Salvador es muy remota, aunque no nula. Por ello, la ventilación de la atmósfera por el movimiento horizontal deja de ser de Norte a Sur para convertirse de Este a Oeste. La brisa marina muy débil e incapaz de limpiar la atmósfera, por ser viento local con poco espesor vertical (o poca intensidad). Al observar la figura 31, nos encontramos que sobre El Salvador hay una presión de 1011Hpa, pero lo importante es la configuración de las isobaras que facilitan el flujo del Este.

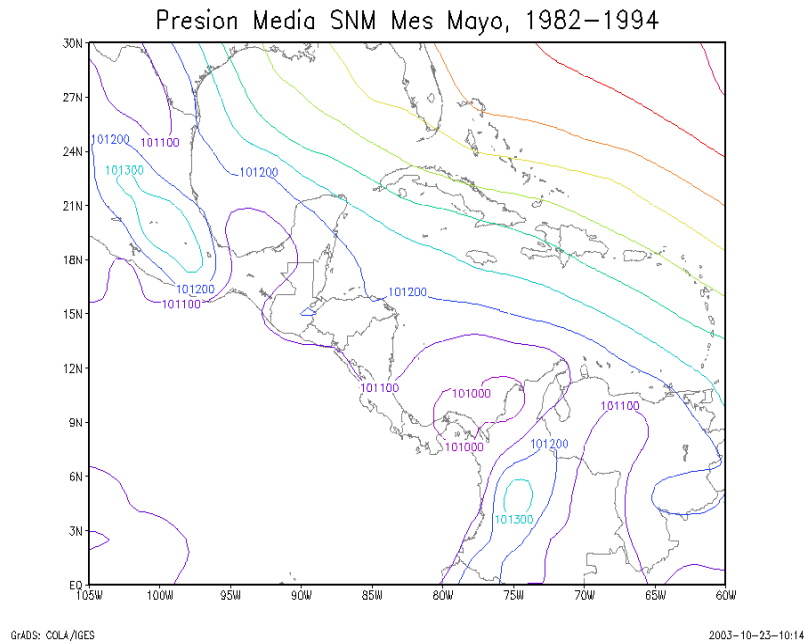


Figura 31

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

Al analizar el nivel a 1000Hpa puede observarse que la configuración de las isobaras es parecida al nivel anterior, con una altura de 100GPM, permitiendo el ingreso del flujo del

Este hasta nuestra región, con valores de 2KT, permitiendo un adecuado transporte de humedad desde el Atlántico hacia El Salvador, acumulándose y formando nubes (Fig. 32).

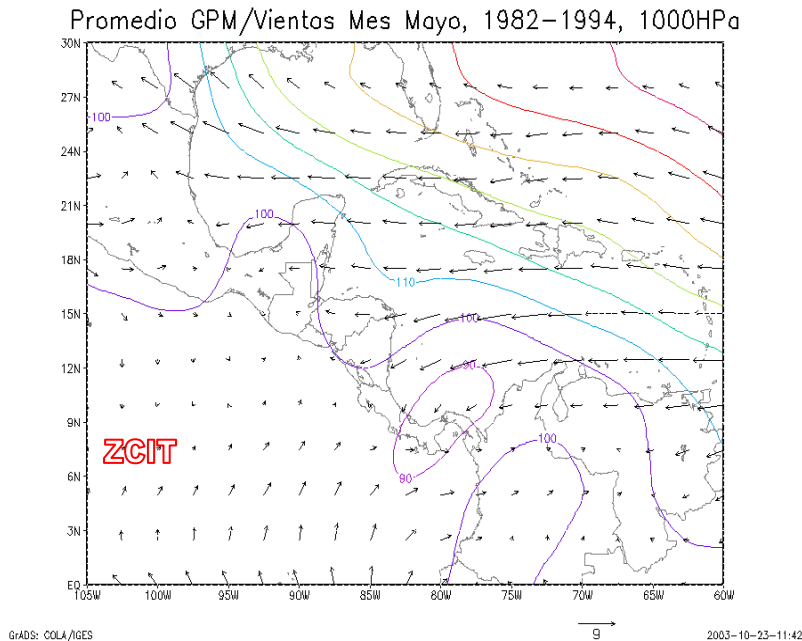


Figura 32

Es importante apreciar que la frontera de la Zona de Convergencia Intertropical se mueve hasta los 9°N acercándonos también humedad desde el pacífico. Si se observa la figura 33, a un nivel de 850Hpa, persiste la misma situación que a niveles bajos y el alejamiento del anticiclón del Atlántico, impulsando el flujo del este también a este nivel. Al constatar a 700Hpa, figura 34, se observa una ondulación en las isobaras sobre Honduras, favoreciendo una circulación de tipo ciclónica sobre El Salvador, aumentando la convección sobre nuestro territorio.

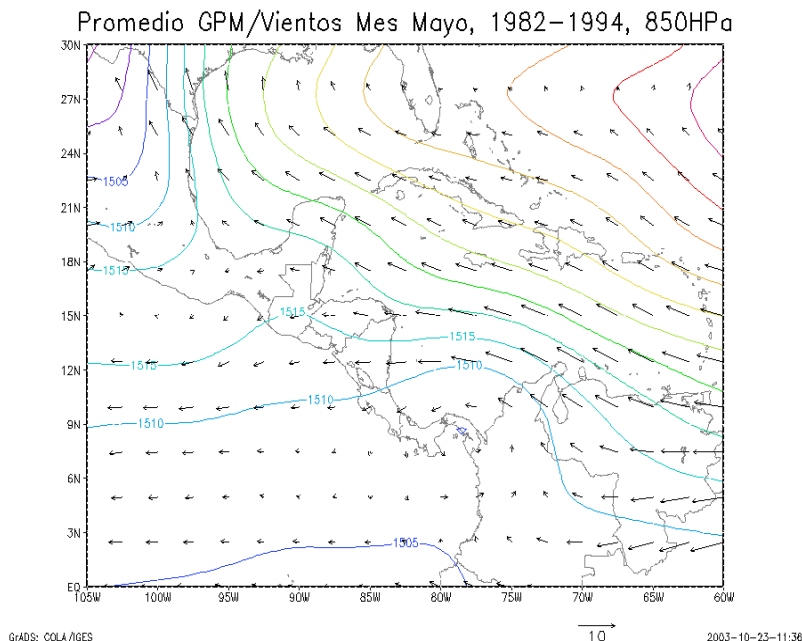


Figura 33

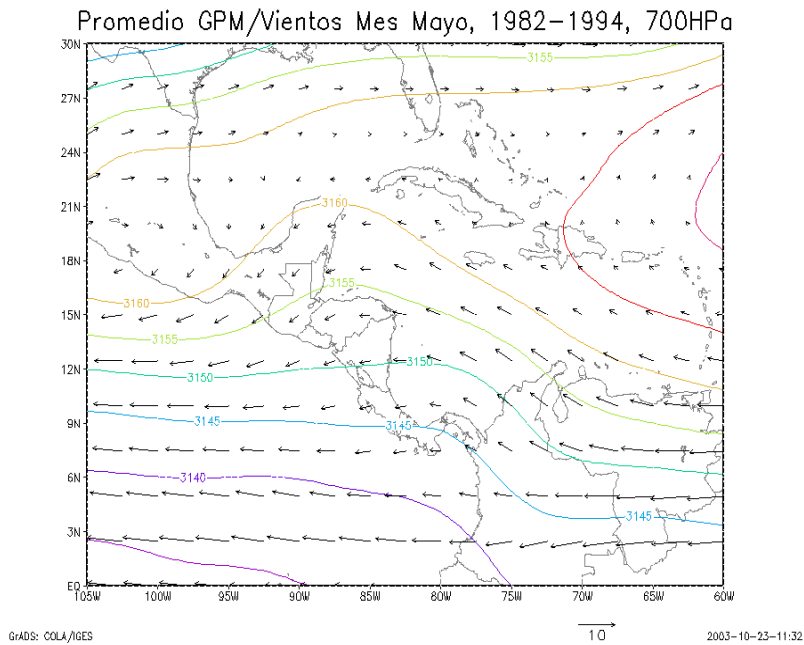


Figura 34

Si consideramos el nivel a 500Hpa, (Fig. 35), podremos notar que la alta presión sobre México sigue desplazándose hacia el Este, y la magnitud del viento es pequeña sobre El Salvador, 2 KT, teniendo una altura de 5872GPM. La alta presión sobre México en la troposfera media y alta es el resultado de la actividad de la ZCIT en latitudes de entre 8°N y 10°N.

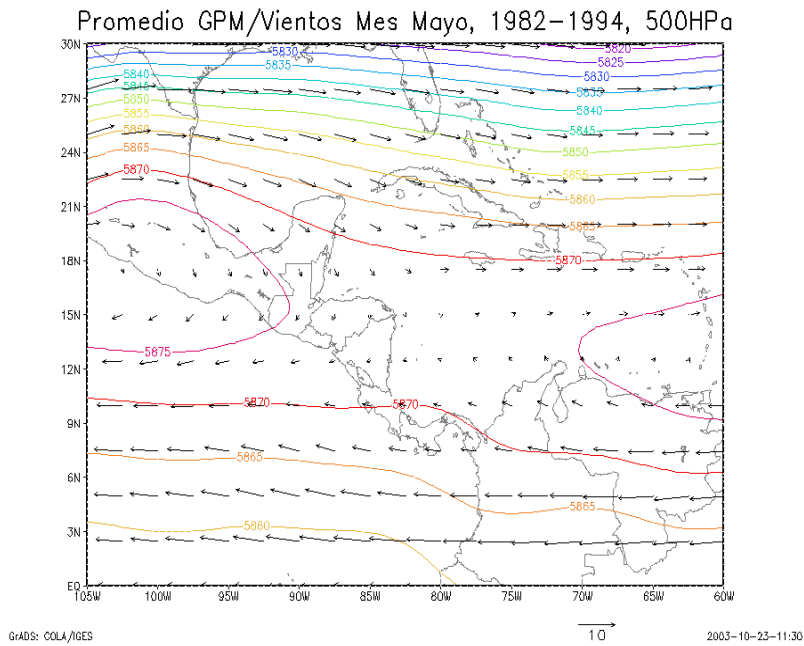


Figura 35

Temperatura y Precipitación.

La temperatura sobre El Salvador, debido a la nubosidad, las primeras lluvias, brisa marina y flujo del Este, comienza a disminuir, teniendo un promedio de 26°C, (Fig. 36), mientras que las lluvias incrementan sus valores promedio hasta 6mm/día) sobre El Salvador, (Fig. 37).

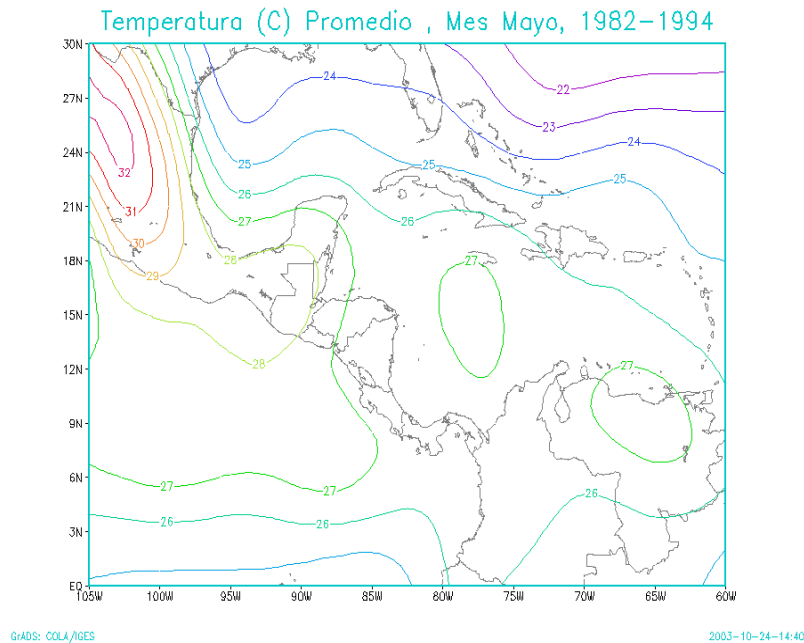


Figura 36

Rango de Precipitacion Total(mm/diarios), Mes Mayo, 1982-1994

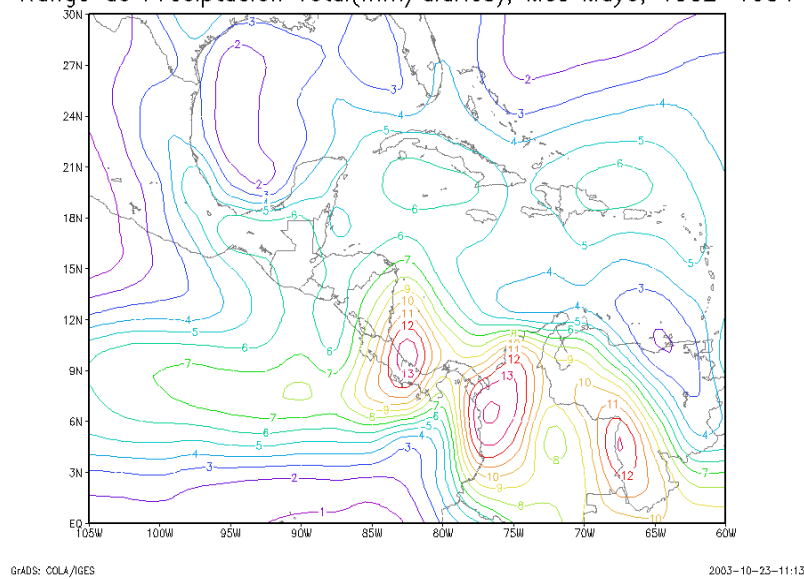


Figura 37

**Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre
El Salvador, mes de Mayo**

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1011 a 1012 MB.
Flujo de Viento, tipo	Cálido-húmedo del Caribe y del Pacifico
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Sureste, 0 a 2 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Este, 2 a 6 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Noreste, 2 a 6 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Nor-noreste, con 2 a 8 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 28 a 27 grados
Precipitación total (mm/diarios)	6 mm/día.

Junio

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Junio.

Junio es en El Salvador, uno de los meses más lluviosos del año, el movimiento horizontal se debe exclusivamente al flujo de Este y a la brisa marina. El movimiento vertical es fluido hasta altos niveles de la atmósfera. Si se observa la presión a nivel del mar, (Fig. 38), encontraremos que su valor se ha incrementado con respecto al mes anterior, pero mantiene básicamente la organización de las isobaras.

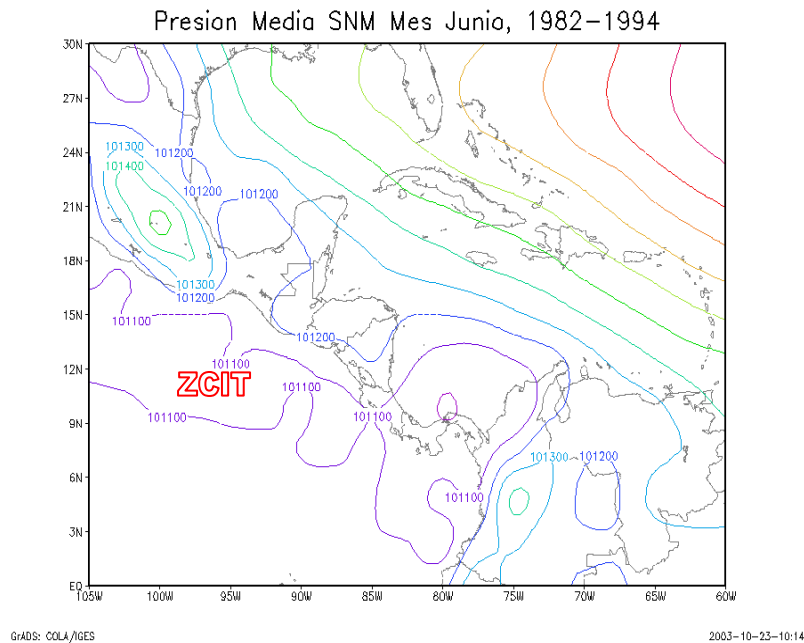


Figura 38

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

Al incrementar el nivel a 1000Hpa., (Fig. 39), se nota que la frontera de la ZCIT se mueve más hacia el Norte (12°N). Al acercarse la ZCIT por el Sur y el flujo del viento por el Este, se acumulan grandes cantidades de humedad sobre El Salvador favoreciendo la lluvia.

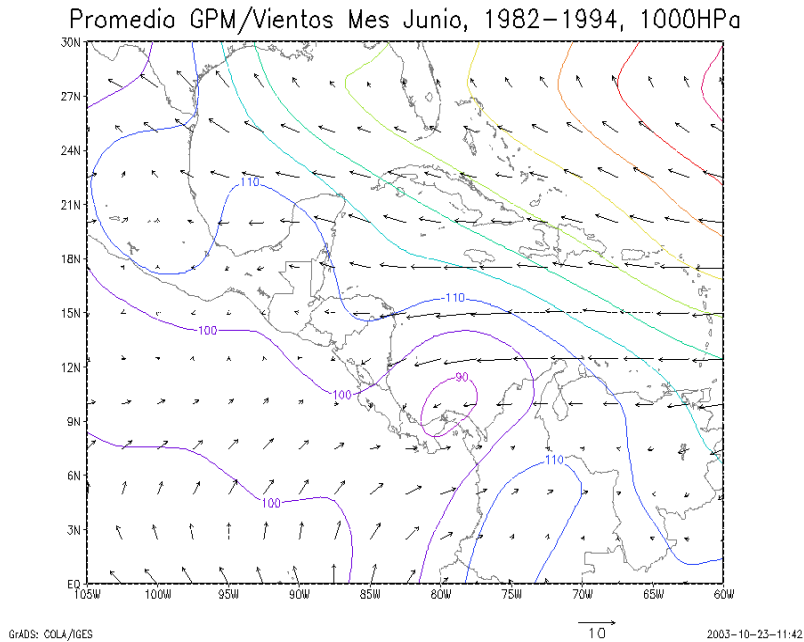


Figura 39

Al revisar la figura 40, en el nivel de 850Hpa, encontramos un comportamiento especial de las isobaras: sobre Honduras existe una ONDULACIÓN que hace que el viento gire de su rumbo Este a Este-Sureste, este comportamiento influye sobre El Salvador de manera más leve pero propicia la entrada de humedad desde el golfo de Fonseca y las costas salvadoreñas, situación similar a los niveles de 700Hpa y 500Hpa, (Figs. 40 y 42).

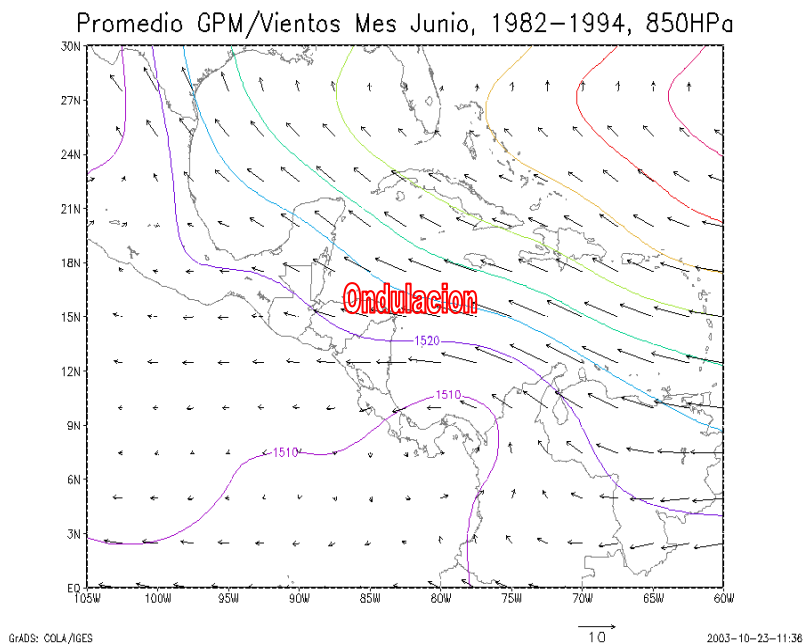


Figura 40

Promedio GPM/Vientos Mes Junio, 1982-1994, 700HPa

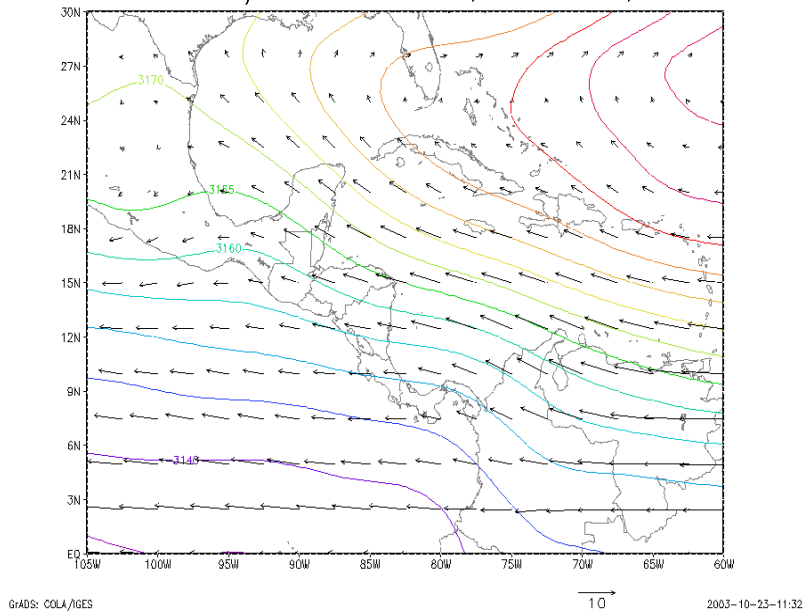


Figura 41

Promedio GPM/Vientos Mes Junio, 1982-1994, 500HPa

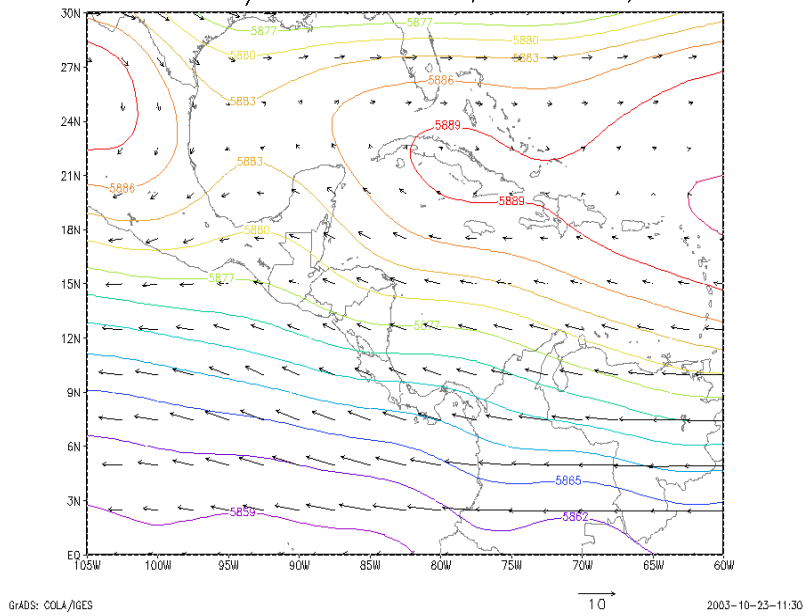


Figura 42

Temperatura y Precipitación

Los movimientos de ascenso y arrastre de humedad, junto con la cobertura nubosa permiten el descenso de la temperatura de este mes con respecto a los anteriores, como es posible constatar en la figura 43. Con respecto a la precipitación diaria, (Fig. 44), ocurre un incremento debido a los altos valores de humedad, el ambiente propicio de formación de nubes de mayor espesor (es decir más altas). Es necesario remarcar que en nuestro país, el incremento de lluvia se debe a la migración de núcleos lluviosos desde la costa caribeña de Nicaragua asociados con los núcleos que se desarrollan localmente, así como las ondulaciones, tal como lo explica Guzmán López¹, se desarrollan líneas de inestabilidad que cruzan particularmente en la noche al territorio salvadoreño, provocando tormentas eléctricas y lluvias fuertes, además, algunas ondulaciones pueden desarrollarse como bajas presiones y provocar temporales sobre el país en este mes.

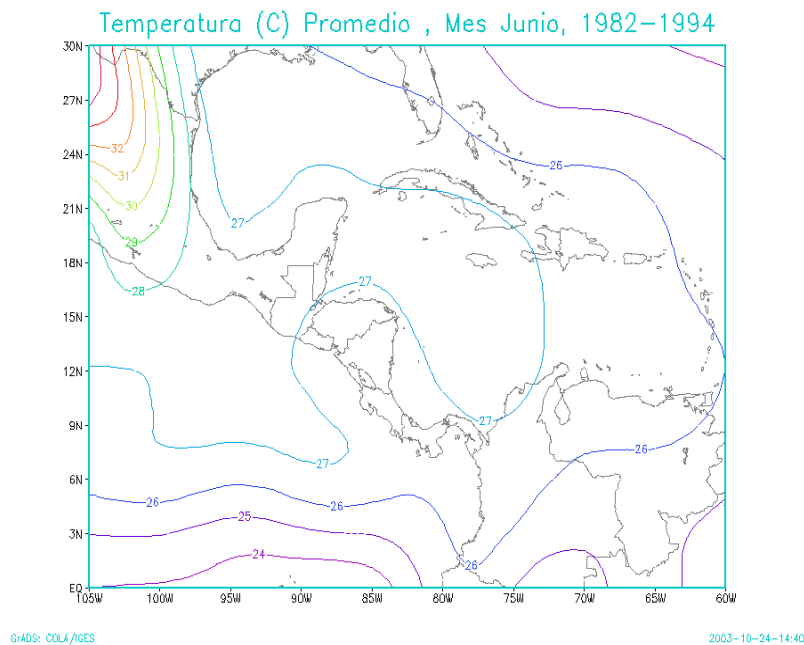


Figura 43

¹ Servicio Meteorológico Nacional, Publicación Técnica No 10, Gelio Tomas Guzmán López, San Salvador, 1971

Rango de Precipitación Total(mm/diarios), Mes Junio, 1982–1994

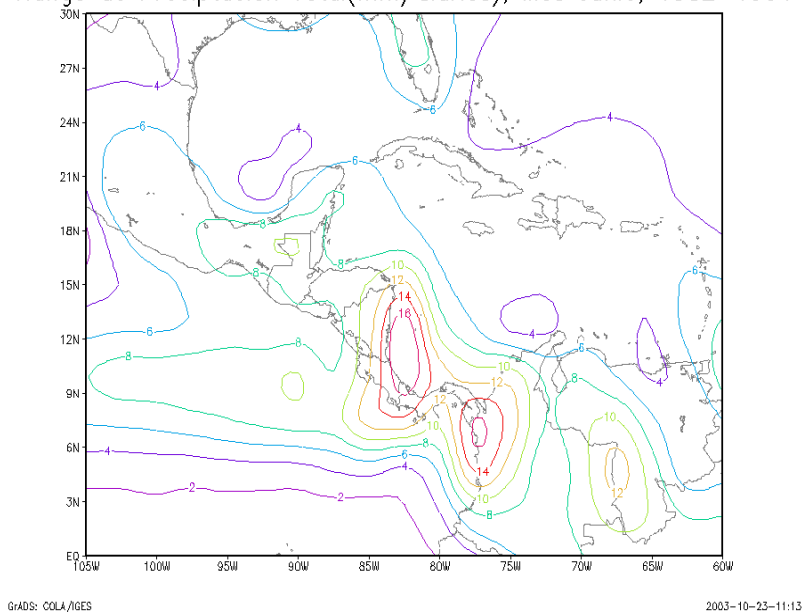


Figura 44

Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre El Salvador, mes de Junio

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1011 a 1012 MB.
Flujo de Viento, tipo	Cálido-húmedo del Caribe y del Pacifico
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Este, 0 a 2 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Este, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Este-Sureste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Este-Sureste, con 2 a 8 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 27 grados
Precipitación total (mm/diarios)	8 mm.

Julio

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Julio.

Este mes, como se había mencionado anteriormente, se produce una disminución de lluvias, y algunas variables atmosféricas cambian de valor; puede producir la denominada canícula durante los últimos días de Julio o los primeros de Agosto, que son situaciones ocasionadas por el dominio de corrientes atmosféricas descendentes que restringe la formación de nubes productoras de lluvias y que a la vez comprimen el aire en contacto con el suelo, permitiendo el aumento de la temperatura ambiental. Tal disminución en las lluvias se conoce como la canícula (Magaña et al 1999). Tanto la circulación vertical como horizontal, pueden verse debilitadas. Estos meses en El Salvador podrían traer días críticos en los niveles de contaminantes, debido a la poca convección en niveles inferiores de la atmósfera y por aumentos en la radiación solar, precursora de reacciones fotoquímicas.

La figura 45, indica que la conformación de las isobaras tienden a ser de Norte a Sur, formando una condición parecida a los de los meses de época seca, es decir, forzando un gradiente de presión de Norte a Sur, evitando el ingreso de aire húmedo a El Salvador, lo que puede ser apreciado en la figura 46, en donde el viento deja de ser netamente del Este. Los efectos de la canícula se sienten en toda la región del Pacífico de Mesoamérica, mientras que en la región del Caribe se alcanzan los máximos niveles de precipitación. La intensificación en este periodo de la corriente de bajos niveles del Caribe puede llevar a vientos más intensos en la mayor parte de Centroamérica. El valor de presión a nivel medio del mar es de 1013 a 1014 milibares.

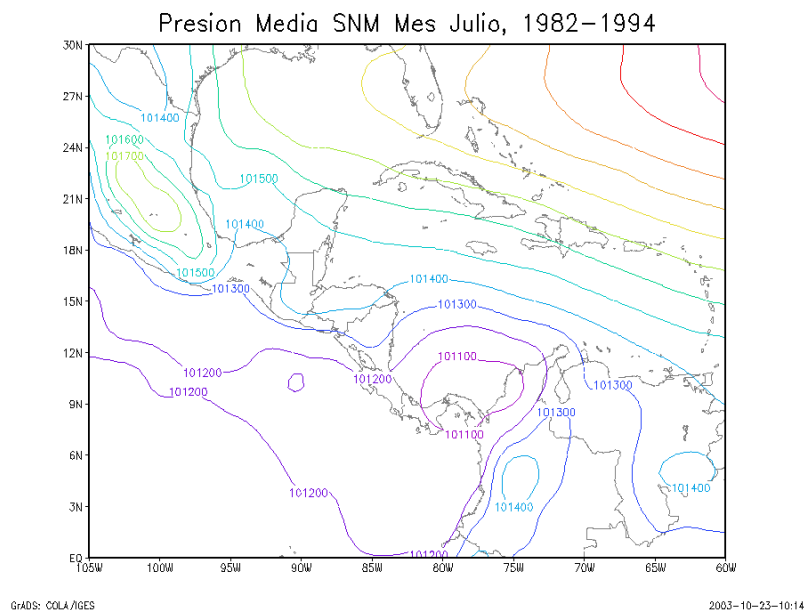


Figura 45

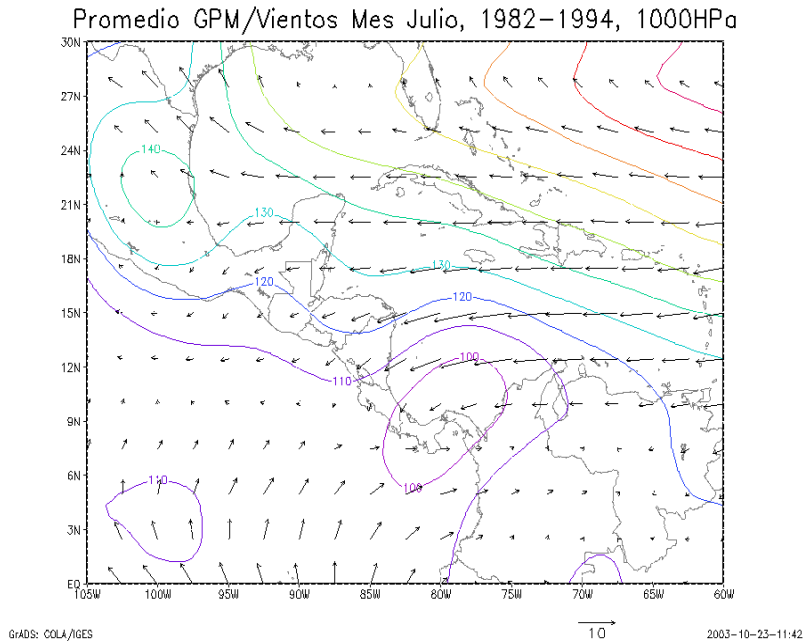


Figura 46

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

En el nivel de 850Hpa, se observa un flujo proveniente del Este muy acelerado de 10KT (corriente en chorro de niveles bajos del Caribe), puede llevar a inhibir la convección en la zona del Pacífico al ser la subsidencia en la costa oeste de Centroamérica un poco más intensa. (Fig. 47). Situación similar puede ser observada a 700Hpa y 500Hpa, (Figs. 48 a 49), con un leve sentido ciclónico.

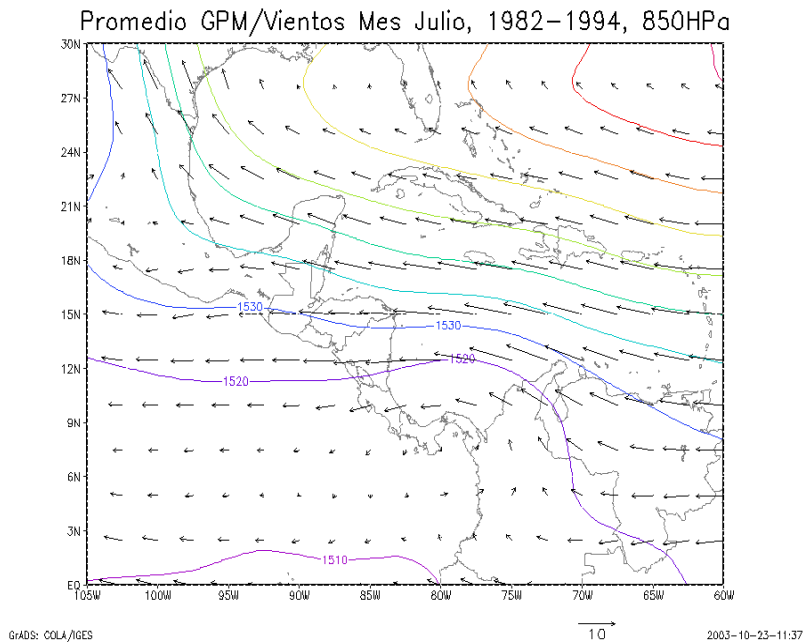


Figura 47

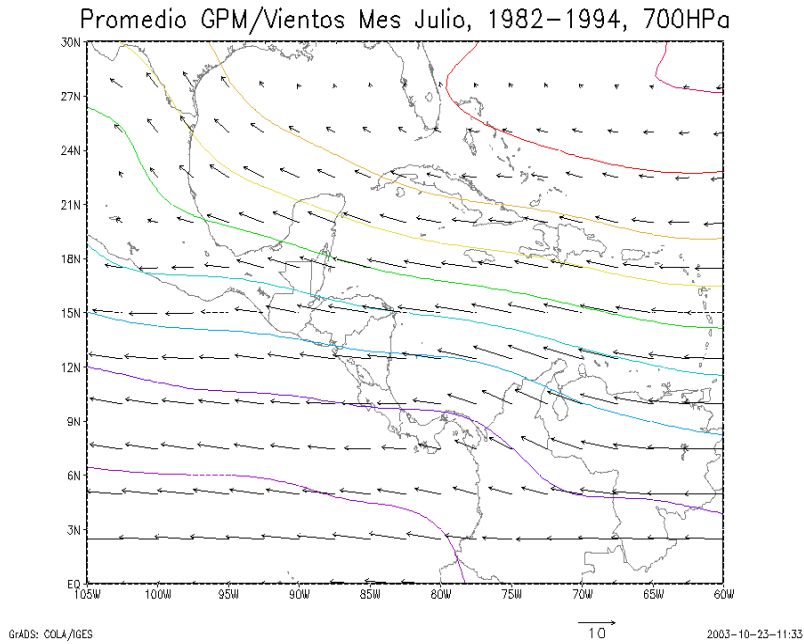


Figura 48

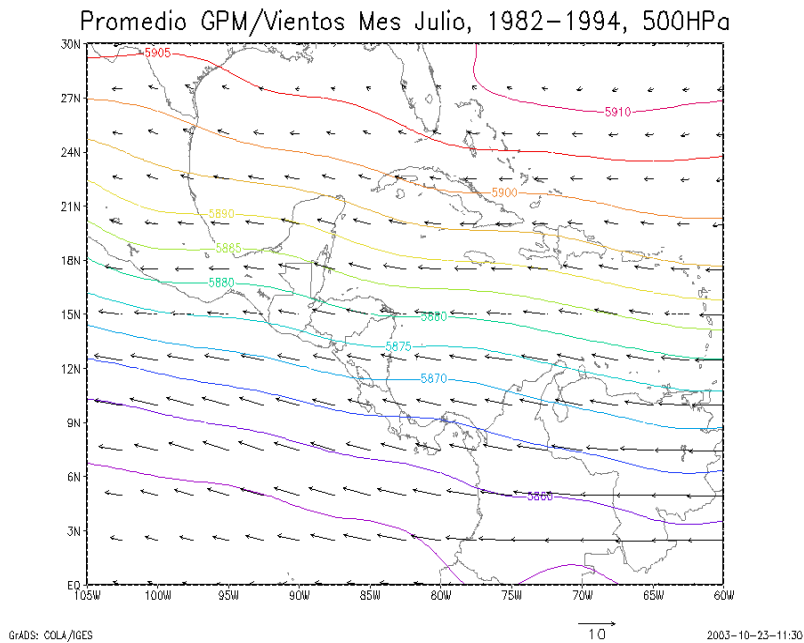


Figura 49

Temperatura y Precipitación

La temperatura en la región, en contra de lo que podría pensarse, disminuye su valor con respecto al mes anterior en aproximadamente en un grado centígrado, (Fig. 50). Como consecuencia de lo descrito anteriormente, se registra un descenso en las cantidades de

precipitación en El Salvador, (Fig. 51). Es importante destacar que en este mes de Julio se produce la llamada CANÍCULA o ausencia de lluvia por un periodo de tiempo determinado en nuestro país, pero es debido a las condiciones anteriormente descritas y las lluvias que puedan presentarse se deben al acercamiento del Zona de Convergencia Intertropical. Otras hipótesis involucran mecanismos de interacción océano atmósfera (Magaña et al 1999).

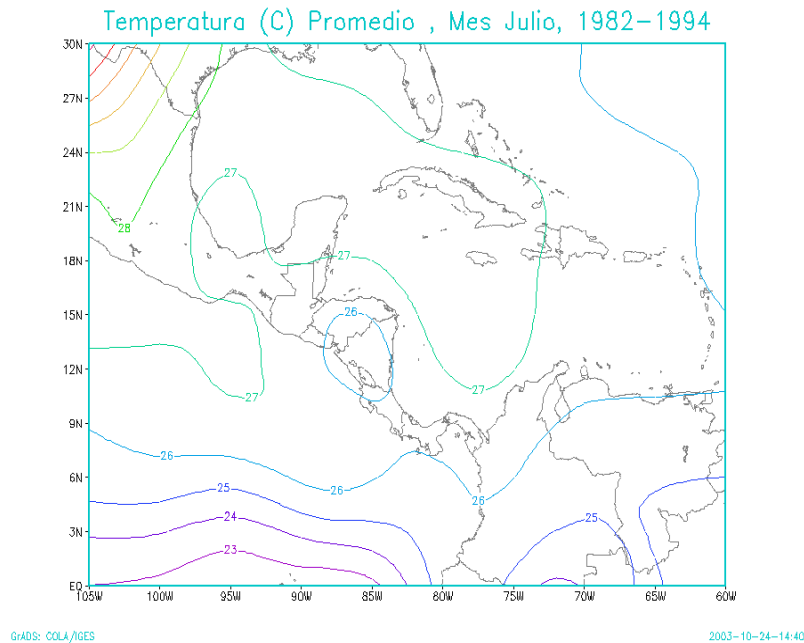


Figura 50

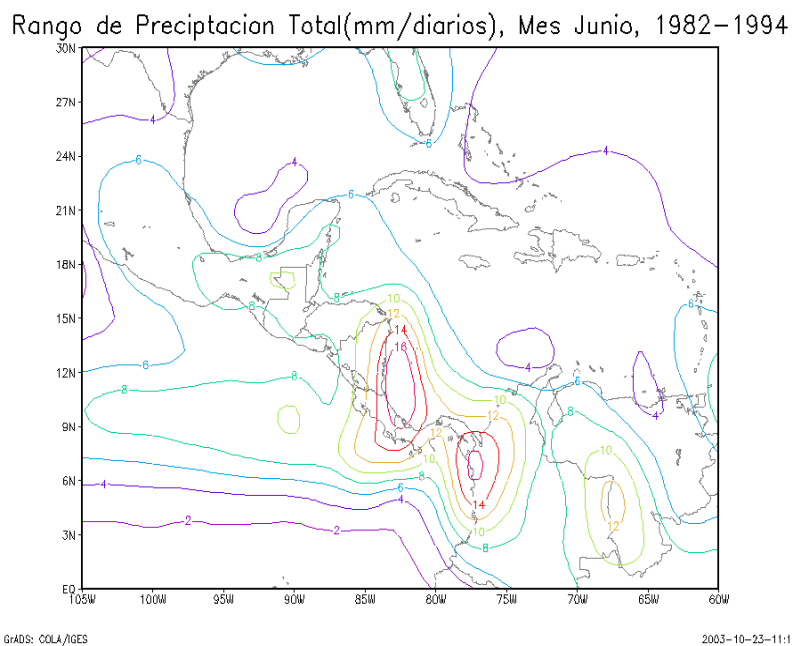


Figura 51

De los seis meses de la temporada de lluvias aparece un mínimo en Julio y/o Agosto, la Canícula (Hastenrath, 1967; García y Fernández, 1996a). La característica durante dicho

periodo son los días secos consecutivos que afectan por estrés hídrico la agricultura, específicamente los granos básicos como el maíz y frijol, inclusive en ocasiones con pérdidas de las cosechas del 60%(Guzmán, 1990). La Canícula es definida por algunos autores como al menos 10 días secos consecutivos (lluvia \leq 1mm), que aparecen con mayor frecuencia en el segundo grupo de diez días de Julio y los primeros diez días del mes de Agosto (Guzmán, 1990, García y Fernández, 1996b).

Es mucho más frecuente que en buena parte del país en la segunda década de Julio aparezcan periodos secos consecutivos de 6 días o menos, siendo menos frecuentes que periodos de 10 días ocurran, además se concentran en la zona Oriental (CENTA, 1998). La canícula es un fenómeno de la vertiente Pacífica de Centro América, que no se comporta uniformemente, no es un fenómeno continuo en el espacio y si bien se presenta todos los años, su duración y severidad experimentan fluctuaciones de año con año, que la convierte en un riesgo climático que no debe ser descuidado en el desarrollo agropecuario (Larios, J., Guzmán G., Sánchez R. 1982). La causa principal observada que produce la canícula es el aceleramiento del flujo Alisio y la ubicación de la vertiente Pacífica de Centro América a sotavento del dicho flujo, por lo que además durante la época seca, entre Noviembre y Abril, en dicha vertiente las lluvias son casi nulas (Guevara, 1985)

Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre El Salvador, mes de Julio

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1013 a 1014 MB.
Flujo de Viento, tipo	Cálido-húmedo del Caribe y del Pacífico
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Este, 10 a 15 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Este, 10 a 15 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Este-sureste, con 8 a 10 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 26 a 27 grados
Precipitación total (mm/diarios)	8 mm/día.

Agosto

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Agosto.

El mes de Agosto es similar en su comportamiento climatológico a Julio, es decir por lo general se tienen días despejados, con temperaturas cálidas en horas de la tarde, mientras que por las madrugadas éstas son menores (efectos de la canícula). Además, se mantiene el movimiento horizontal del aire, pero verticalmente restringido, esto es, existe una mayor estabilidad atmosférica.

Durante este mes las lluvias continúan concentrándose en horas de la noche, las cuales generalmente dependen del paso de Ondas Tropicales, ya que la Zona de Convergencia en este mes no logra acercarse a El Salvador, además continúa manifestándose la canícula, la cual en presencia de un año Niño, parece ser más prolongada e intensa.

Al nivel del mar, se tiene un valor promedio de la presión de 1013Hpa, ligeramente incrementado respecto a mayo, con un menor flujo del Este, (Fig. 52).

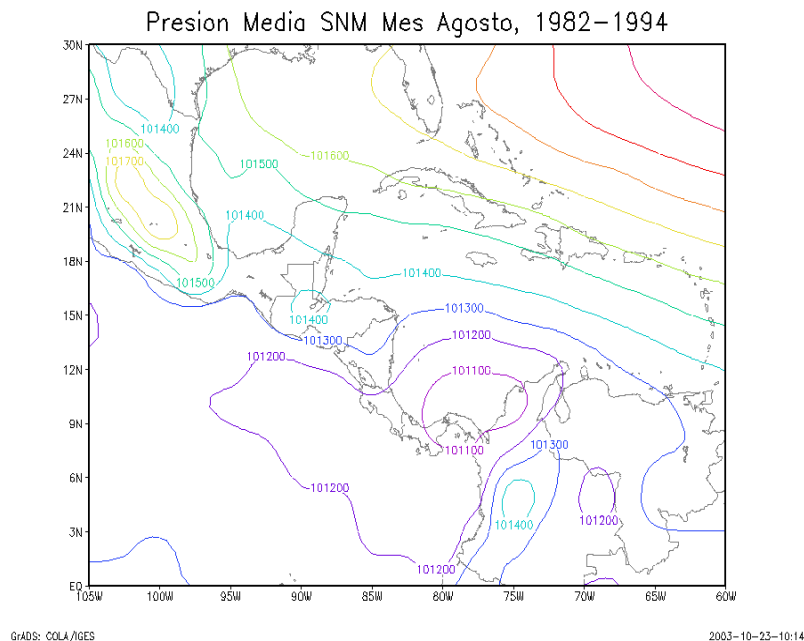


Figura 52

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

Si se observa el nivel de 1000Hpa, (Fig. 53), se aprecia un flujo de circulación ciclónica sobre El Salvador, con una altura de 115GPM y vientos de pequeña magnitud de 5 KT.

Promedio GPM/Vientos Mes Agosto, 1982-1994, 1000HPa

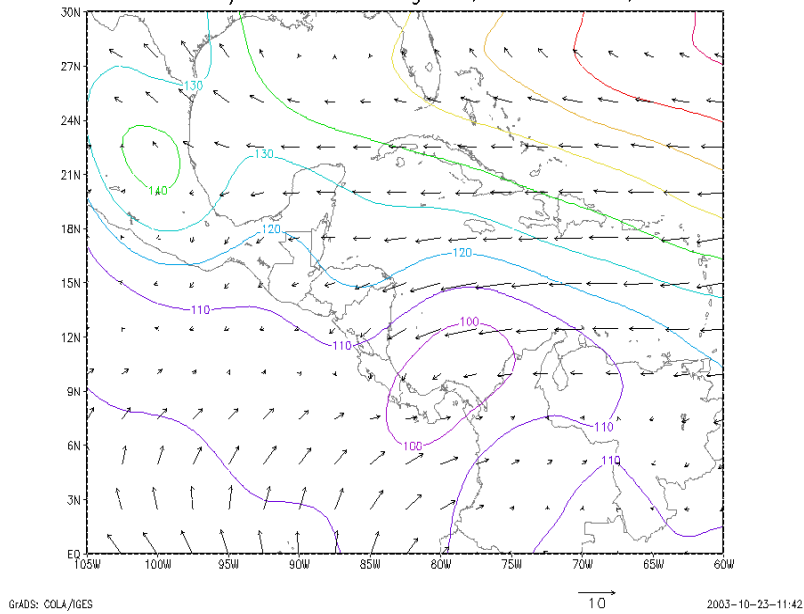


Figura 53

Al examinar el nivel de 850Hpa (Fig. 54), se observa un leve decremento en la velocidad de los vientos Este, sin ningún otro cambio significativo apreciable con respecto al mes anterior. Similar situación se observa a 700Hpa., 500Hpa. (Figs.. 55 y 56, respectivamente).

Promedio GPM/Vientos Mes Agosto, 1982-1994, 850HPa

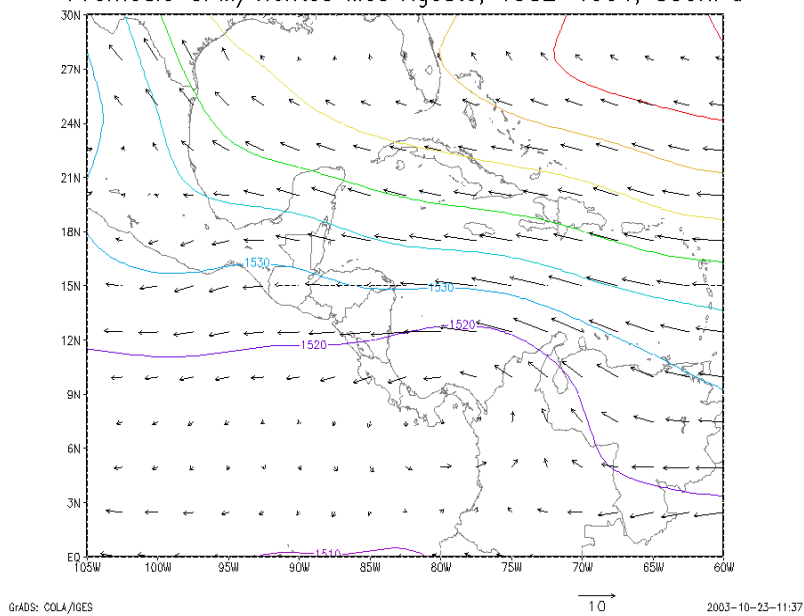


Figura 54

Promedio GPM/Vientos Mes Agosto, 1982-1994, 700HPa

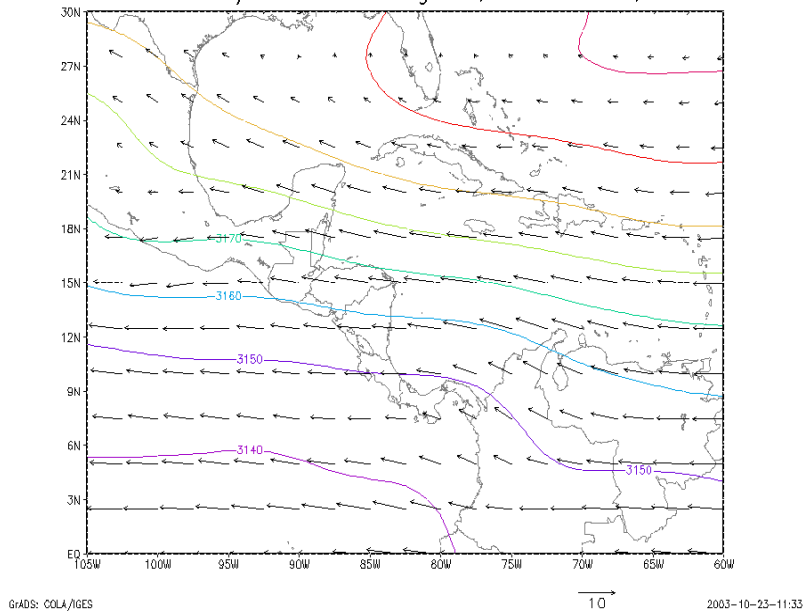


Figura 55

Promedio GPM/Vientos Mes Agosto, 1982-1994, 500HPa

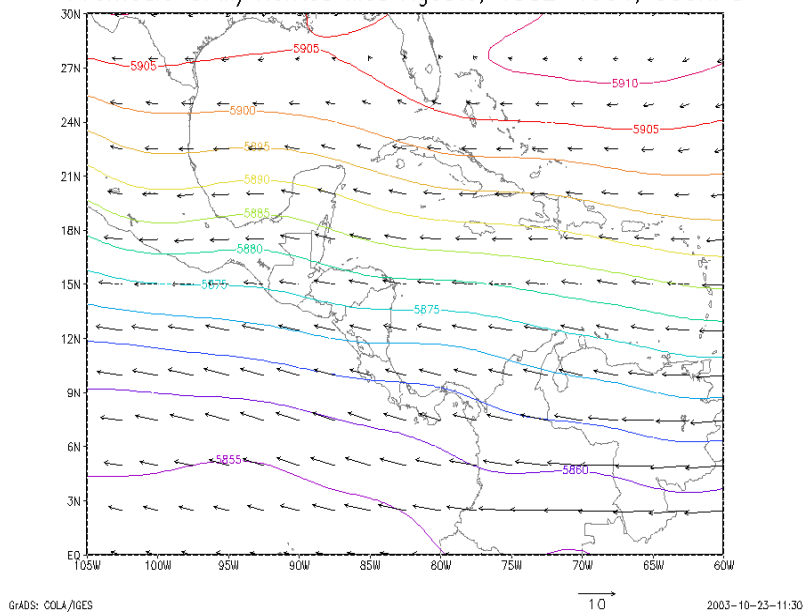


Figura 56

Temperatura y Precipitación

La temperatura sobre la región no presenta un cambio significativo en sus valores, pero sí en su distribución, (Fig. 57). Valores de alrededor de 28°C promedio permanecen en gran parte del Istmo Centroamericano.

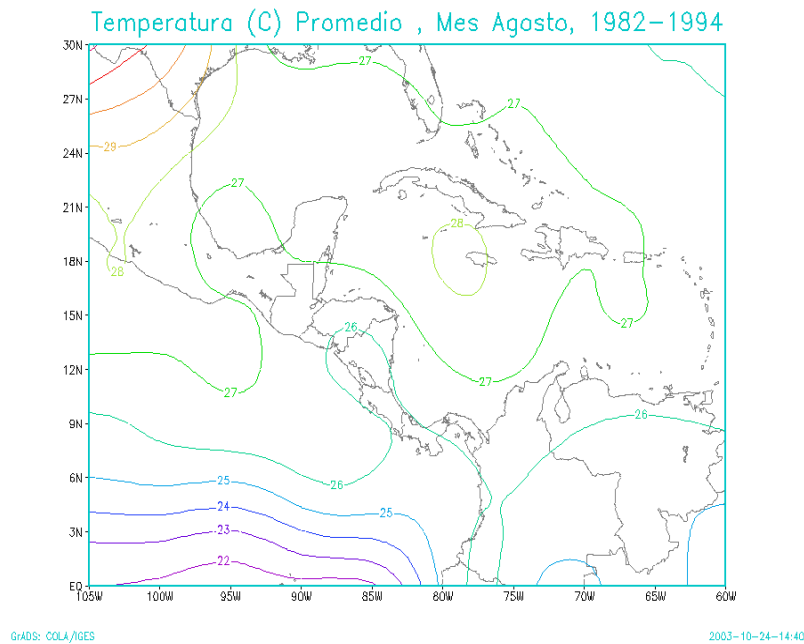


Figura 57

Al consultar el mapa de lluvia, (Fig. 58), se tiene un comportamiento similar al mes de julio, con valores de 8mm/día en promedio, producidos por el acercamiento de la Zona de Convergencia Intertropical a la costa Salvadoreña.

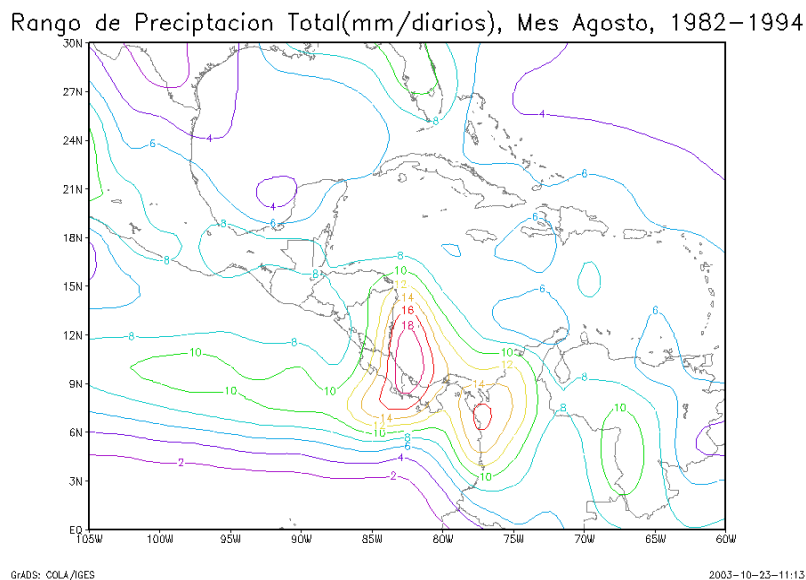


Figura 58

La relación entre la lluvia y la fase cálida del fenómeno El Niño, en el año que se presenta, indican que en julio y/o agosto el déficit de lluvia se incrementa, siendo esto claro para la zona costera y el oriente de El Salvador. Dicha disminución en las lluvias es más marcada durante eventos fuertes y muy fuertes de El Niño. En ocasiones cuando el evento del Niño es débil o moderado ésta no es tan clara en los meses de julio y agosto, en especial en la zona de los valles interiores y las montañas del norte (García y Fernández, 1996)

**Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre
El Salvador, mes de Agosto**

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1012 a 1014 MB.
Flujo de Viento, tipo	Cálido-húmedo del Caribe y del Pacífico
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Este-noreste, 0 a 4 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Este, 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Este, 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Este-sureste, con 6 a 10 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 26 a 27 grados
Precipitación total (mm/diarios)	8 mm/día.

Septiembre

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Septiembre.

El mes de septiembre en El Salvador, representa los máximos de lluvia, considerándose el mes más lluvioso del año, debido al paso de Ondas Tropicales y la activación de la Zona de Convergencia Intertropical, condiciones que se combinan para favorecer las lluvias por lo general de moderadas a fuertes y a toda hora del día. En esta época también, es importante el paso de Sistemas como Tormentas Tropicales o Huracanes, por el Mar Caribe y que inducen bajas presiones en las costas Centroamericanas generando para nuestro país temporales, pudiéndose tener uno o dos de estos sistemas en el mes.

Al examinar la presión sobre el nivel del mar, (Fig. 62), se tiene que la distribución de isobaras es diferente al mes de agosto, con valores bajos, lo que favorece flujo del Este sobre El Salvador, siendo la presión sobre el país de 1012Hpa.

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

Al observar el nivel de 1000Hpa, se encuentra una baja presión (B) frente a las costas Salvadoreñas, (Fig. 59), lo cual incrementa las posibilidades de temporales en el país. En esta época, la baja presión que siempre aparece al sur de Panamá, se extiende hacia el Norte.

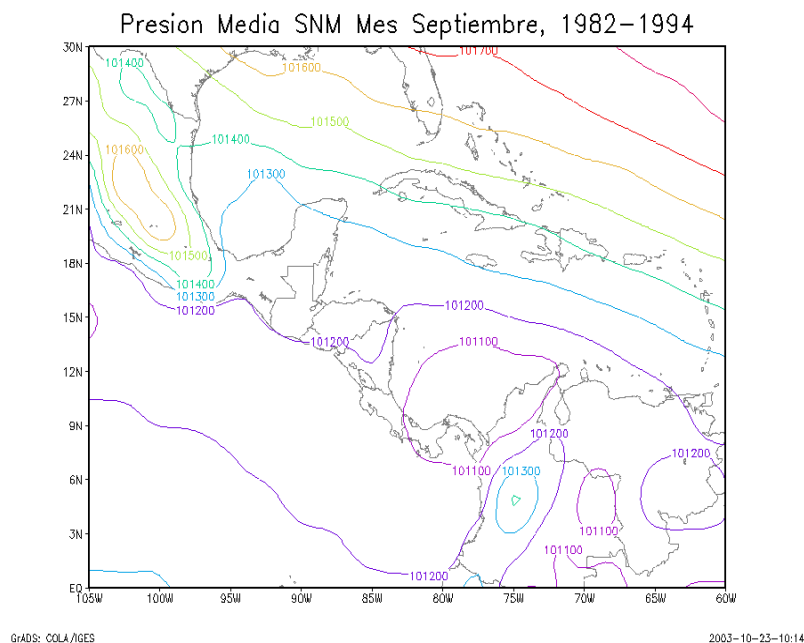


Figura 59

Promedio GPM/Vientos Mes Septiembre, 1982-1994, 1000Hpa

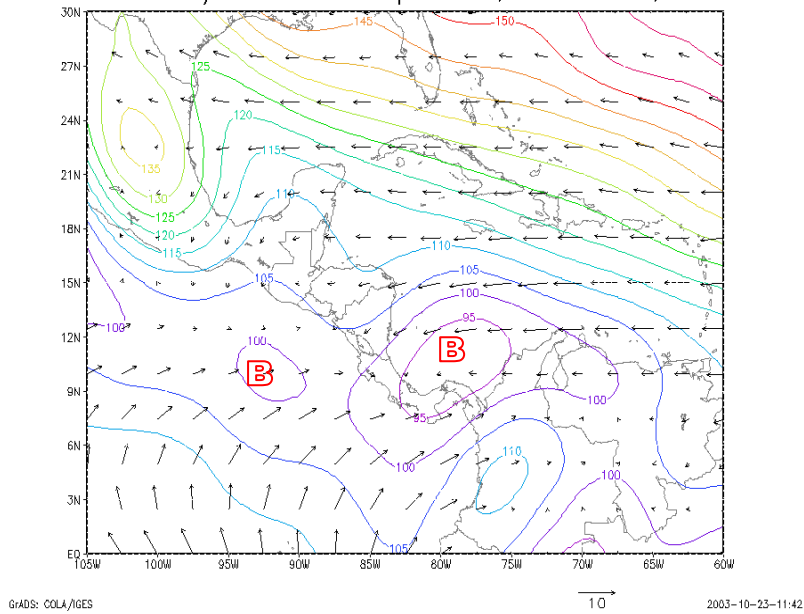


Figura 60

En el nivel a 850Hpa, se observa que sobre el país existen 1515GPM con una circulación ciclónica, situación similar se presenta en el nivel de 700Hpa, en donde la altura es de 3150GPM y con magnitudes pequeñas en la velocidad el viento 8KT, (Figs. 61, 62 y 63 respectivamente).

Promedio GPM/Vientos Mes Septiembre, 1982-1994, 850Hpa

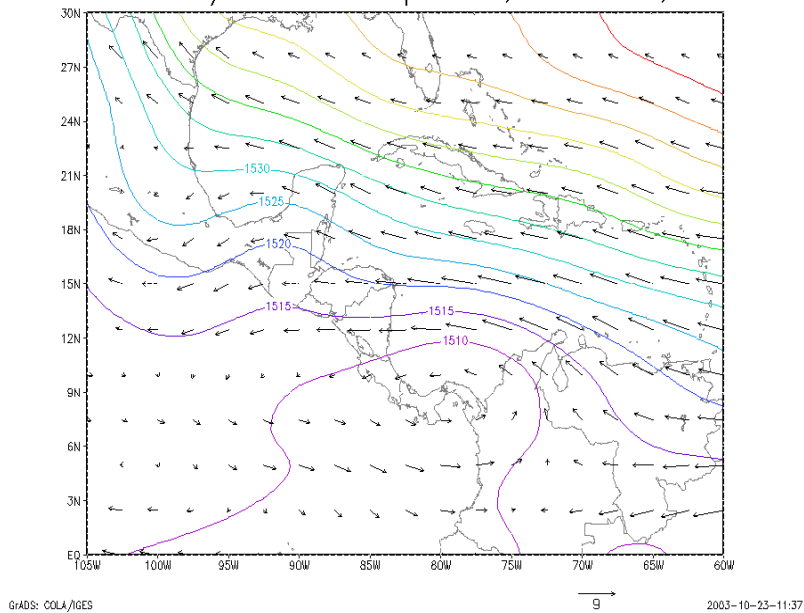


Figura 61

Promedio GPM/Vientos Mes Septiembre, 1982-1994, 700HPa

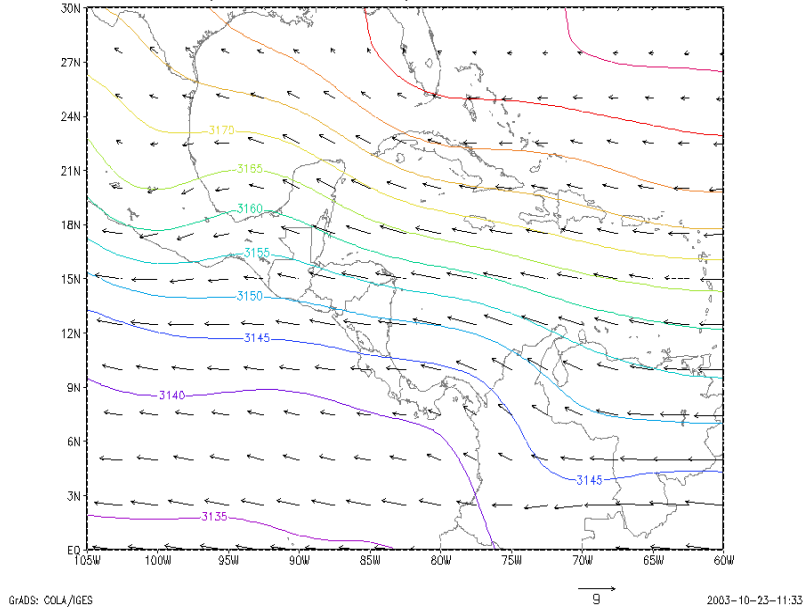


Figura 62

Lo relevante en el nivel de 500Hpa, (Fig. 63), es la disminución en la magnitud del viento que permite que las nubes de tormentas crezcan alcanzando hasta 15 kilómetros de altura, lo que genera lluvias fuertes y tormentas severas.

Promedio GPM/Vientos Mes Septiembre, 1982-1994, 500HPa

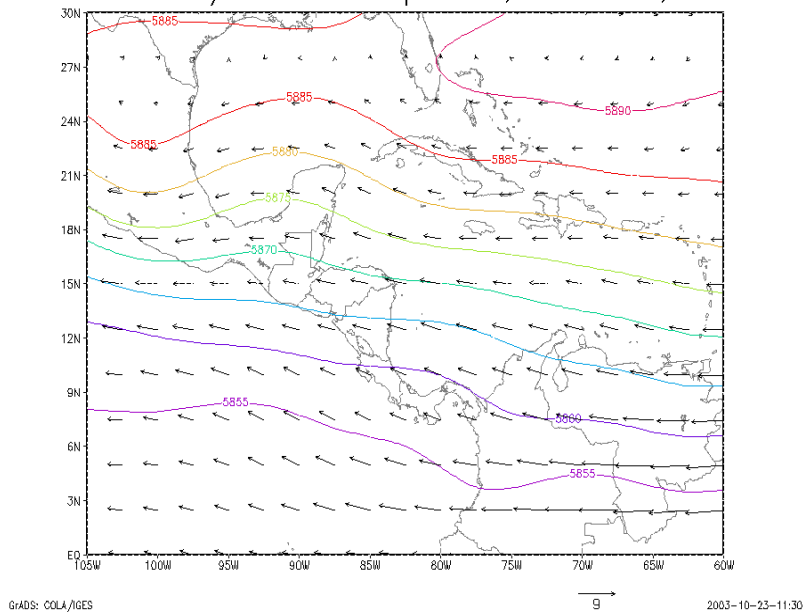


Figura 63

Temperatura y Precipitación

La temperatura sobre la región, (Fig. 64), no muestra cambios significativos. Las condiciones prevalecientes en este mes favorecen a la formación de campos nubosos y la precipitación sobre El Salvador, acumulándose un promedio de 8mm/día en promedio (~240 mm en el mes), (Fig. 65).

La época lluviosa en la mayor parte de El Salvador muestra un comportamiento bimodal, registrándose en septiembre un máximo primario y en junio un máximo secundario. Ambos relacionados a una mayor frecuencia de “temporales”, disturbios en el Océano Pacífico que producen dos o tres días con lluvias persistentes e intermitentes, llegando a acumular hasta más de 100 mm en 24 horas. (Reyes, 1970)

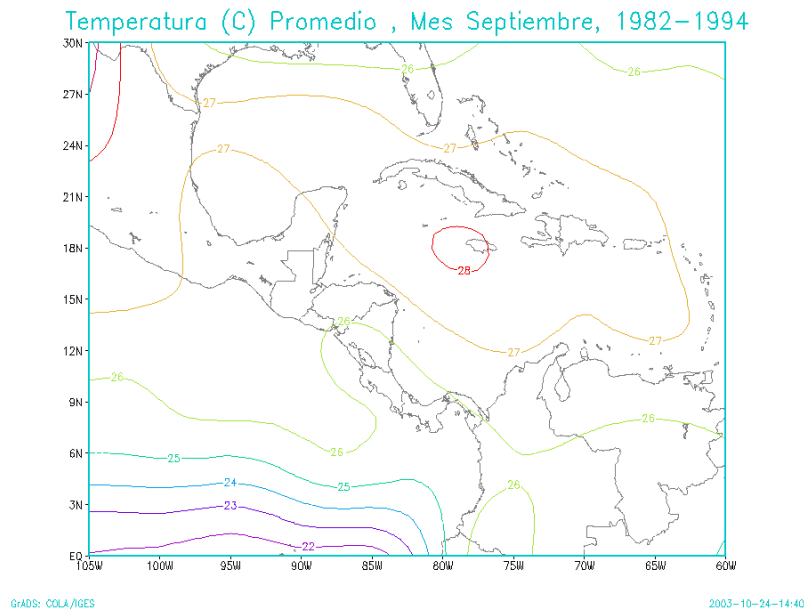


Figura 64

Mapa de Precipitación Total(mm/diarios), Mes Septiembre, 1982-1996

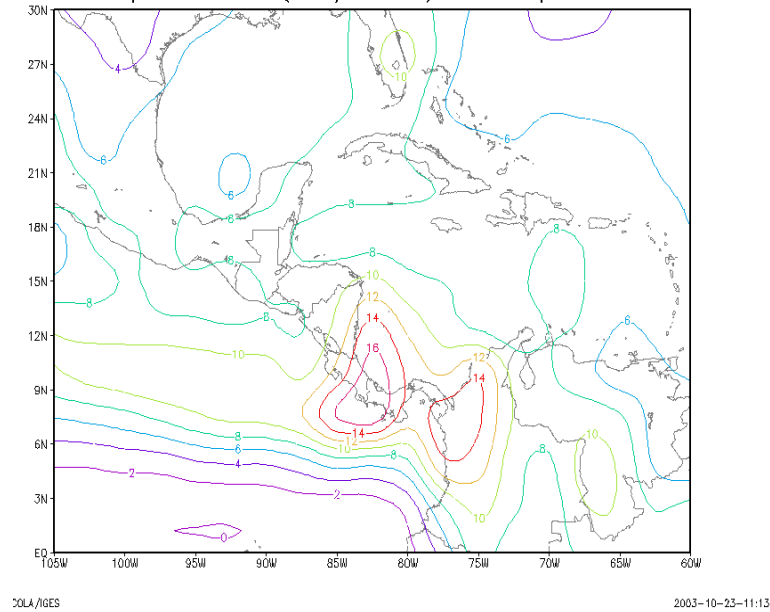


Figura 65

Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre El Salvador, mes de Septiembre

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1012 MB.
Flujo de Viento, tipo	Cálido-húmedo del Caribe y del Pacifico
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Este, 0 a 2 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Este, 10 a 15 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Este, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Este-sureste, con 6 a 9 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 26 a 27 grados
Precipitación total (mm/diarios)	De 7 a 8 mm/día.

Octubre

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Octubre.

En este mes comienza la transición de la época lluviosa a la seca. Corresponde al comienzo del Otoño para regiones de latitudes más altas, lo que favorece el descenso de grandes masas frías y secas. En general, éstas tienen poco acercamiento a la región centroamericana y cuando lo hacen por el Norte están acompañadas de altas presiones, limitan la formación de nubes y por ende se reducen las lluvias, así como la humedad del aire. Como se puede ver en el mapa de Presión, el valor de la presión a nivel del mar se incrementa a casi 1013Hpa, y la organización de las isobaras comienza a recomponerse de Norte a Sur, (Fig. 66).

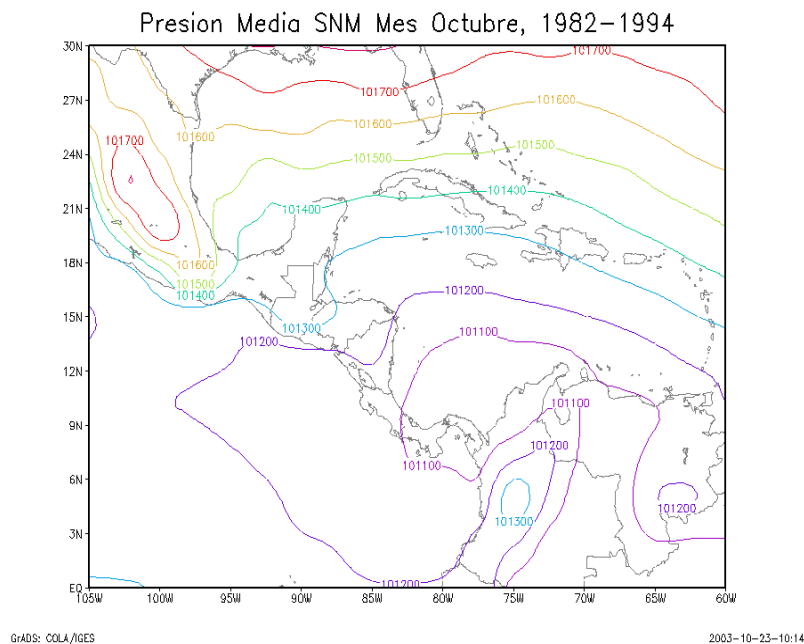


Figura 66

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

Los cambios en la presión media a nivel del mar, se ven reflejados al subir en el nivel de 1000Hpa, (Fig. 67), donde es visible el incremento de la alta presión sobre México así como su elongación hacia el sur. Se observa la baja presión sobre Panamá menos definida. Un análisis del comportamiento de los vientos sobre la región, muestra que estos se “curvan”, adquiriendo dirección Noreste, y al cruzar por las montañas de estos Mesoamérica producen lo que popularmente se conoce en nuestro país como “NORTES”.

Promedio GPM/Vientos Mes Octubre, 1982-1994, 1000Hpa

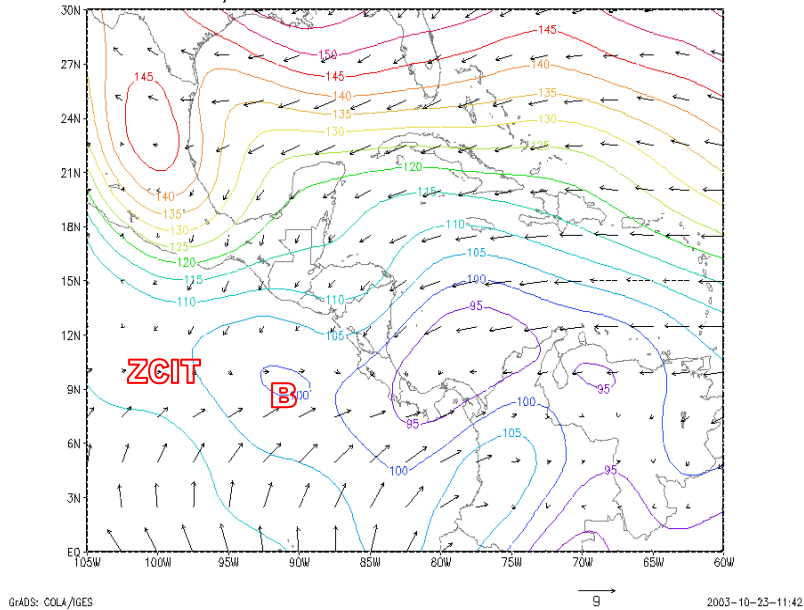


Figura 67

En los niveles de 850Hpa, 700Hpa y 500Hpa, las magnitudes del viento son mayores con respecto al mes anterior, alcanzando valores sobre El Salvador de 8KT en 850Hpa, (Fig. 68), 9KT en 700Hpa, (Fig. 69), 8KT en 500Hpa, (Fig. 70).

Promedio GPM/Vientos Mes Octubre, 1982-1994, 850HPa

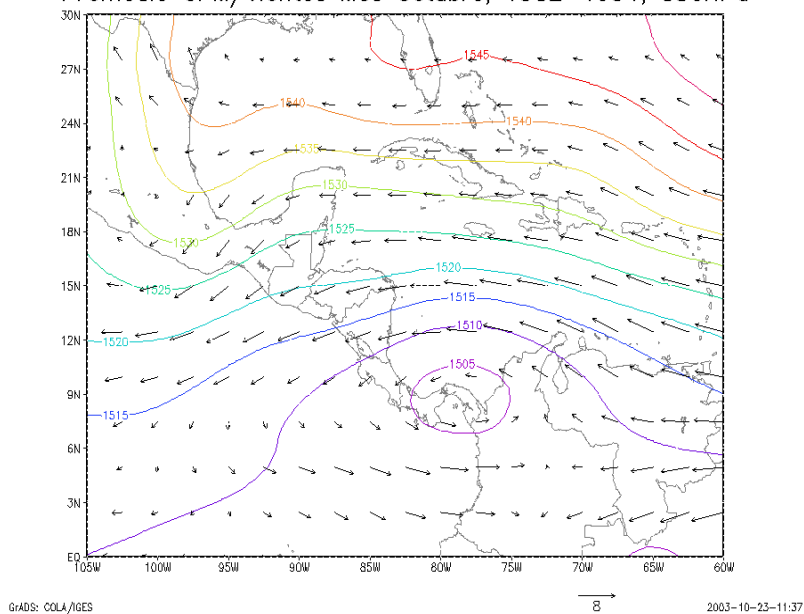


Figura 68

Promedio GPM/Vientos Mes Octubre, 1982-1994, 700HPa

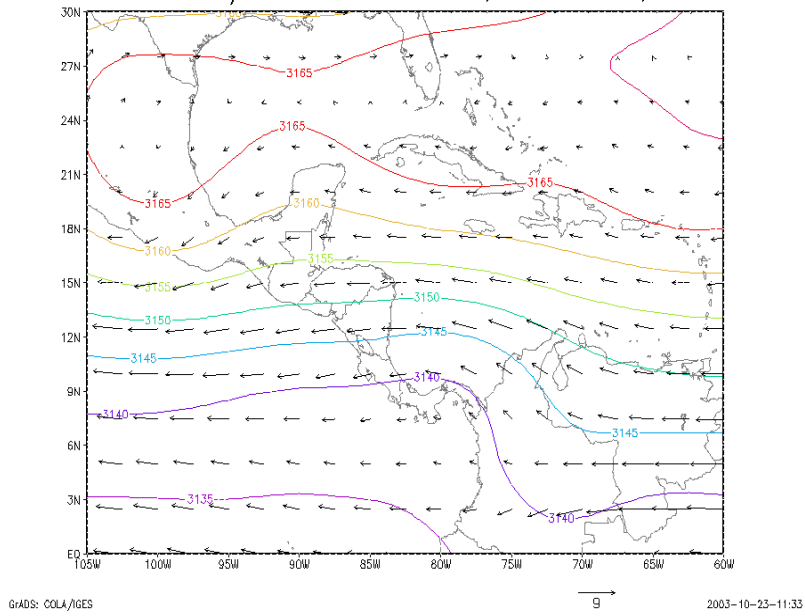


Figura 69

Promedio GPM/Vientos Mes Octubre, 1982-1994, 500HPa

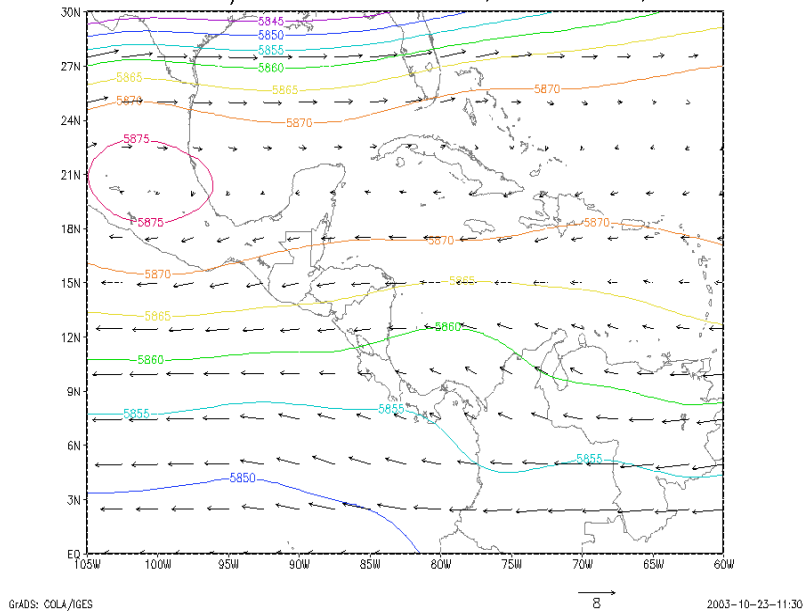


Figura 70

Temperatura y Precipitación

Con respecto a la temperatura ambiente, se puede constatar una leve disminución sobre El Salvador, (Fig. 71). Las lluvias también muestran una disminución promedio de aproximadamente 2mm/día sobre El Salvador, siendo éstas de entre 4 y 6 mm/día (Fig. 72).

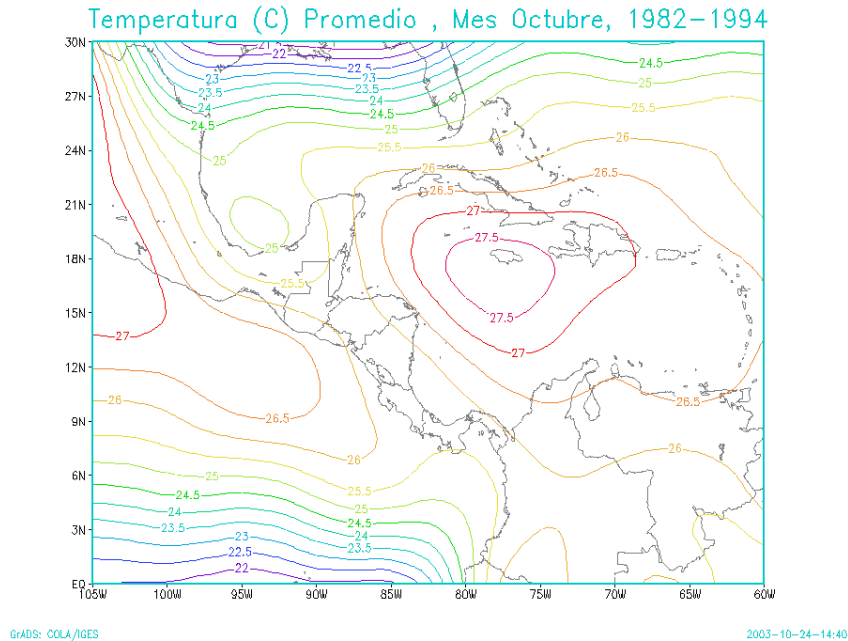


Figura 71

Rango de Precipitación Total(mm/diarios), Mes Octubre, 1982–1994

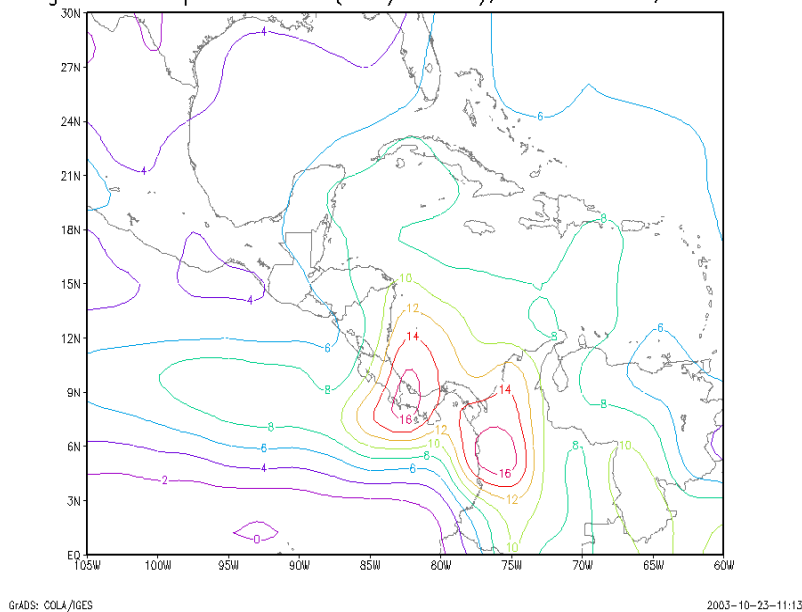


Figura 72

**Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre
El Salvador, mes de Octubre**

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1012 a 1013 MB.
Flujo de Viento, tipo	Cálido-húmedo del Caribe y del Pacifico
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Nor-noreste, 6 a 8 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Nor-Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Este, con 7 a 9 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 26 a 26.5 grados
Precipitación total (mm/día)	De 4 a 6 mm/día.

Noviembre

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Noviembre.

En este mes inicia propiamente la estación seca aunque con algunas precipitaciones en los primeros 15 días. La mayor parte de éstas tienden a ser débiles y ocasionalmente moderadas sobre El Salvador, principalmente en la zona oriental de la región donde generalmente la estación lluviosa finaliza de último más tardíamente. Además en este mes, los descensos de frentes fríos y el acercamiento de masas de aire frío a la región centroamericana resultan en descensos en la temperatura y en la humedad, principalmente en horas de la tarde. El cielo por lo que general se mantienen despejado por y la estabilidad atmosférica se traduce en cielos despejados. A pesar de que la temporada de huracanes del Atlántico termina el 30 de noviembre, la formación de estos sistemas sobre o al sur del Caribe no es común, por lo que Centroamérica y nuestro país, no se ven influenciados .

Al examinar la presión sobre el nivel del mar, (Fig. 73), se encuentra que se incrementa un poco en El Salvador, con valores de presión de 1013Hpa.

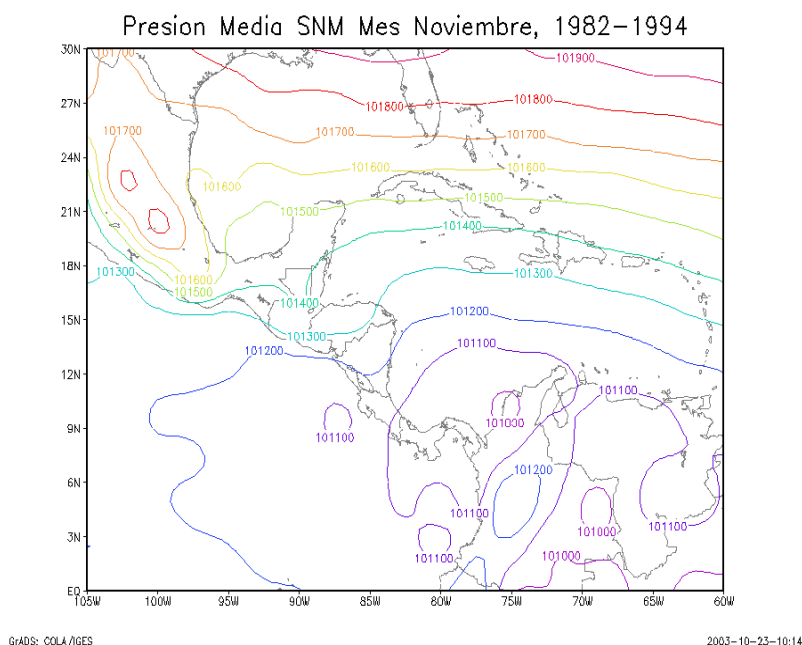


Figura 73

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

En el nivel de 1000 Hpa se observa que la Zona de Convergencia Intertropical se desplaza hacia el Sur, (Fig. 74). En el nivel de 850Hpa, encontramos que los vientos se curvan ciclónicamente, entrando sobre El Salvador del Noreste, pasando sobre la cadena montañosa Norte, y con bajo contenido de humedad por el efecto Foenh, (Fig. 75).

Promedio GPM/Vientos Mes Noviembre, 1982-1994, 1000HPa

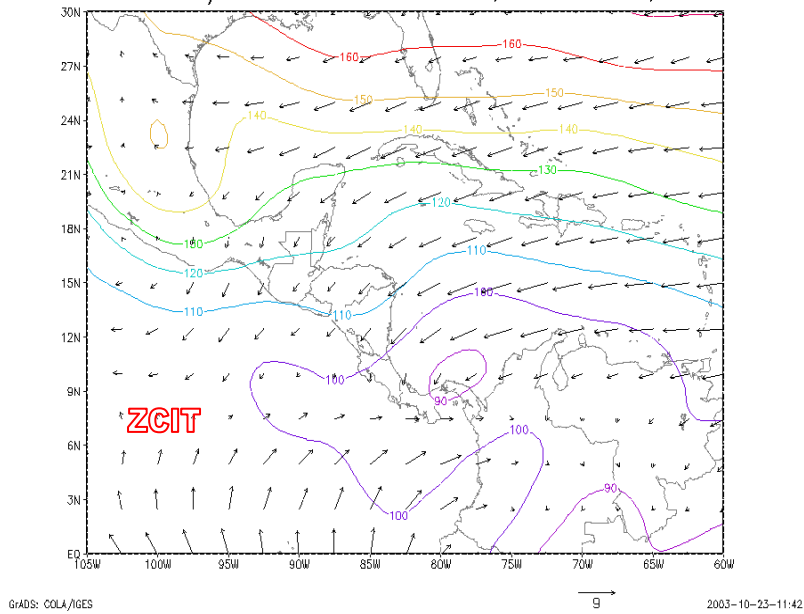


Figura 74

Promedio GPM/Vientos Mes Noviembre, 1982-1994, 850HPa

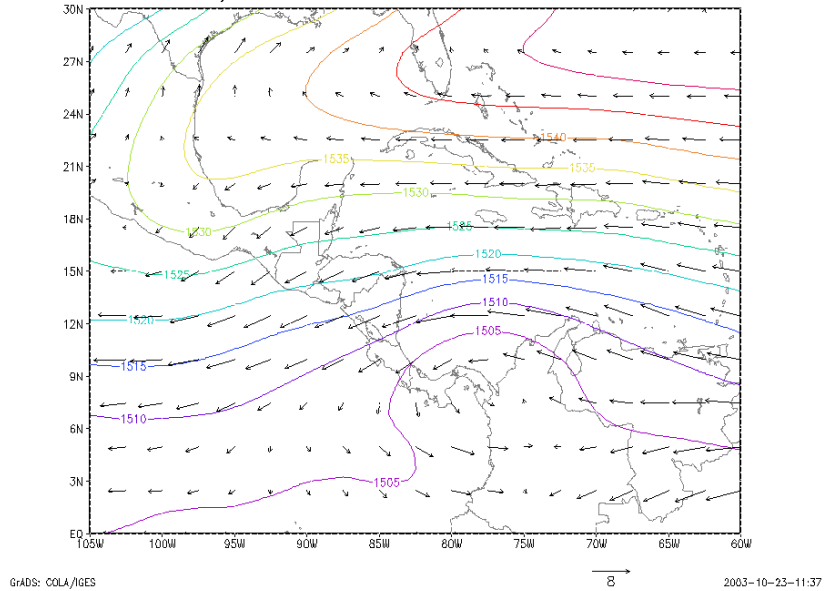


Figura 75

En 700Hpa, no se distinguen cambios significativos en la altura geopotencial, siendo ésta de alrededor de 1520GPM. La dirección y magnitud del viento se mantiene alrededor de 8KT del Noreste sobre El Salvador, (Fig. 76).

Promedio GPM/Vientos Mes Noviembre, 1982-1994, 700HPa

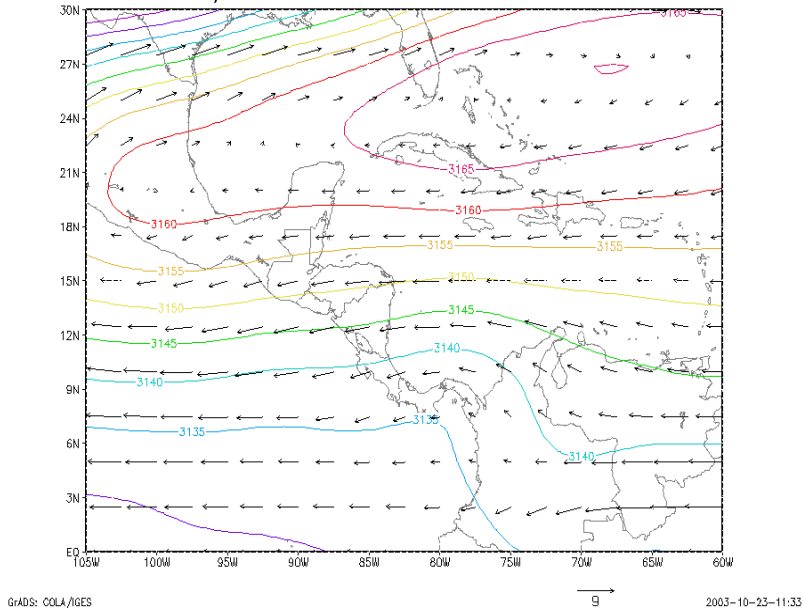


Figura 76

Para el nivel de 500Hpa, (Fig. 77), es claramente visible que la circulación anticiclónica respecto del mes de octubre se traslada hacia el Noreste, y ya alcanzando la región de El Salvador.

Promedio GPM/Vientos Mes Noviembre, 1982-1994, 500HPa

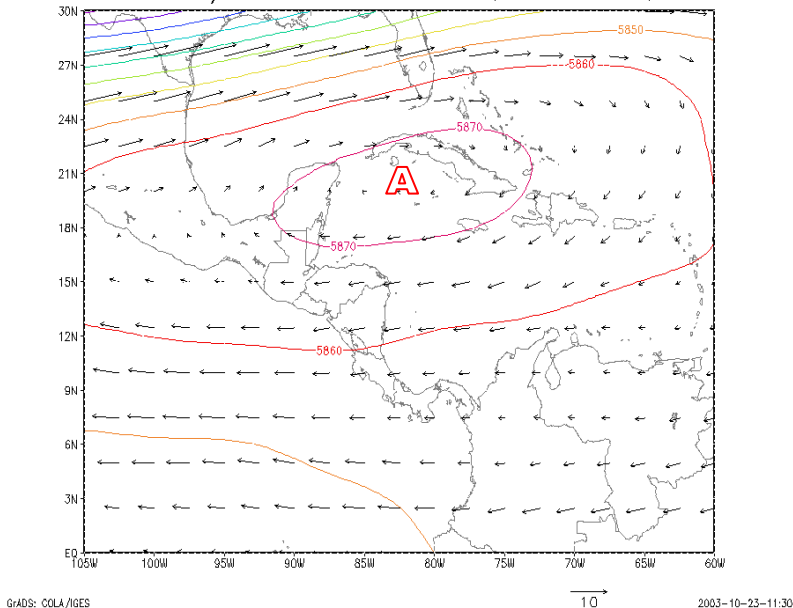


Figura 77

Temperatura y Precipitación

Al analizar la temperatura, se observa una leve disminución de esta de aproximadamente 0.5°C (Fig. 78), debido al acercamiento de frentes fríos sobre la región centroamericana y por ende sus influencias sobre El Salvador. Como consecuencia de lo anteriormente descrito, las precipitaciones disminuyen significativamente tanto en frecuencia e intensidad en El Salvador, (Fig. 79). Estas condiciones resultan en transporte horizontal de contaminantes atmosféricos, quedando restringido el transporte vertical y por tanto su dispersión.

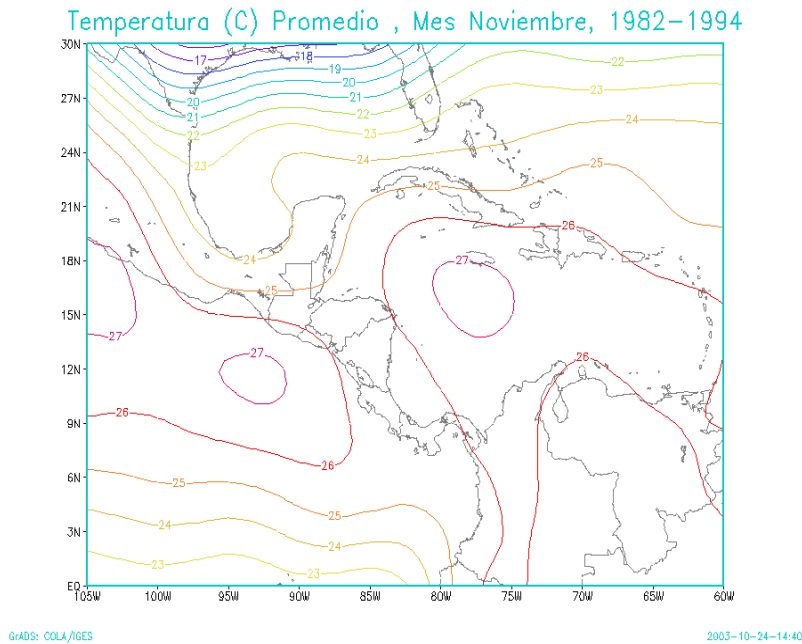


Figura 78

ango de Precipitación Total(mm/diarios), Mes Noviembre, 1982–199

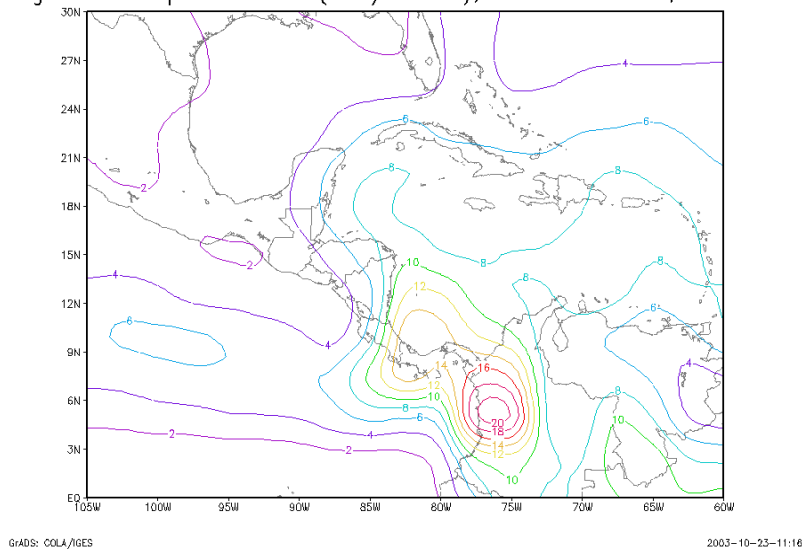


Figura 79

**Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre
El Salvador, mes de Noviembre**

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1012 a 1013 MB.
Flujo de Viento, tipo	Polar, seco y frío
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Noreste, 6 a 8 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Noreste, 8 a 9 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Este, con 5 a 8 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 25 a 27 grados
Precipitación total (mm/día)	De 2 a 4 mm/día.

Diciembre

Presión media a Nivel Medio del Mar y Características Climáticas Generales de Diciembre.

Este mes se caracteriza en El Salvador, en lo general por cielos despejados y vientos NORTES con intensidades de moderadas a fuertes y con temperaturas disminuidas. Debido al acercamiento de las masas de aire frío y seco y el desplazamiento de aire cálido se pueden generar algunas precipitaciones débiles en las zonas montañosas del Norte de nuestro país. El desplazamiento vertical de los gases de la atmósfera se ve restringido, pero el transporte horizontal se ve favorecido por los continuos vientos “NORTES” de intensidades mayores a los 10KT.

La presión a nivel del mar en Diciembre, (Fig. 80), muestra un gradiente de presión muy bien definido de Norte a Sur, con una magnitud de 7Hpa, propiciando la circulación local de vientos “NORTES” en El Salvador.

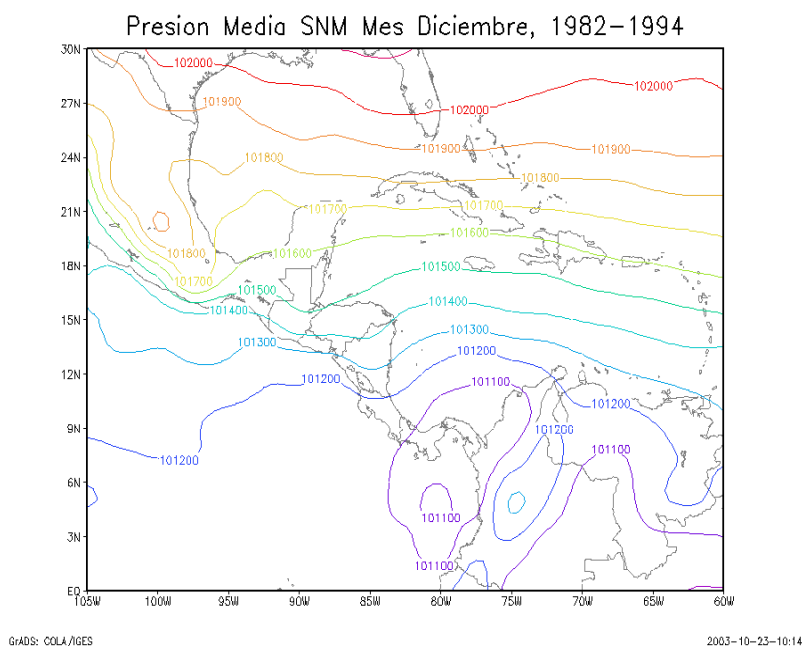


Figura 80

Masas de Aire y el Viento en la Horizontal

En 1000Hpa, es posible observar la misma dirección del viento (Noreste) sobre El Salvador, y el retiro de la Zona de Convergencia Intertropical a 5° Norte, (Fig. 81).

Promedio GPM/Vientos Mes Diciembre, 1982-1994, 1000HPa

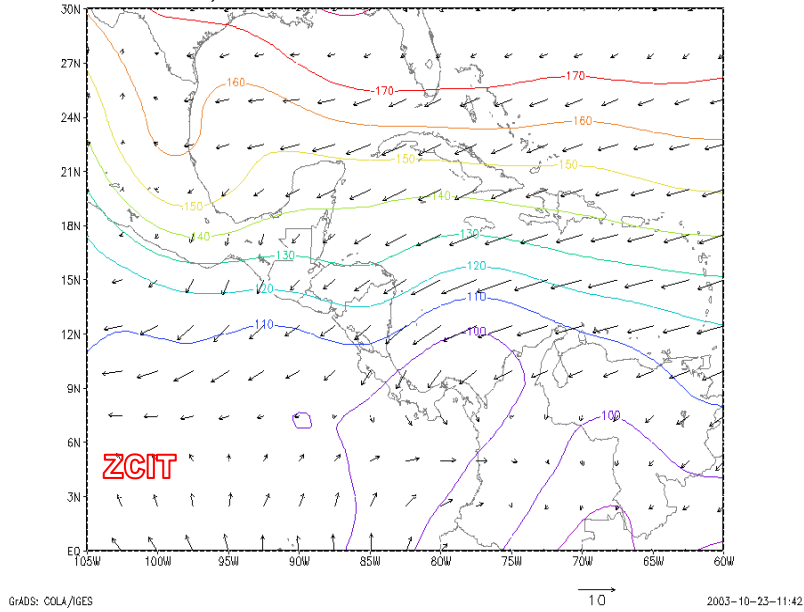


Figura 81

Mientras que en los niveles de 850Hpa y 700Hpa, lo más importante de resaltar, es el acercamiento del anticiclón semipermanente del Atlántico (A) con un centro al Norte del Caribe, figuras 82 y 83, que produce subsidencia en éstos niveles.

Promedio GPM/Vientos Mes Diciembre, 1982-1994, 850HPa

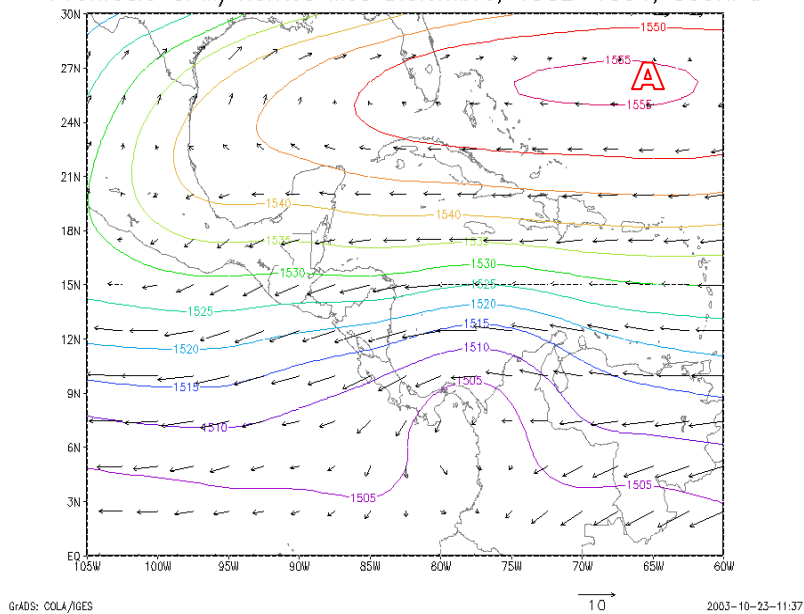


Figura 82

Promedio GPM/Vientos Mes Diciembre, 1982-1994, 700HPa

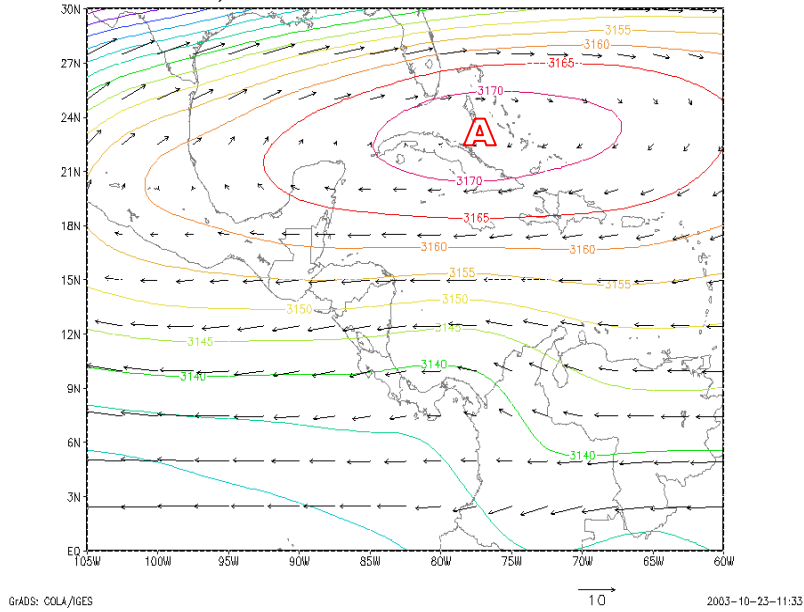


Figura 83

A nivel de 500Hpa la alta presión que se encontraba sobre México, se desplazó al mar Caribe, (Fig. 84).

Promedio GPM/Vientos Mes Diciembre, 1982-1994, 500HPa

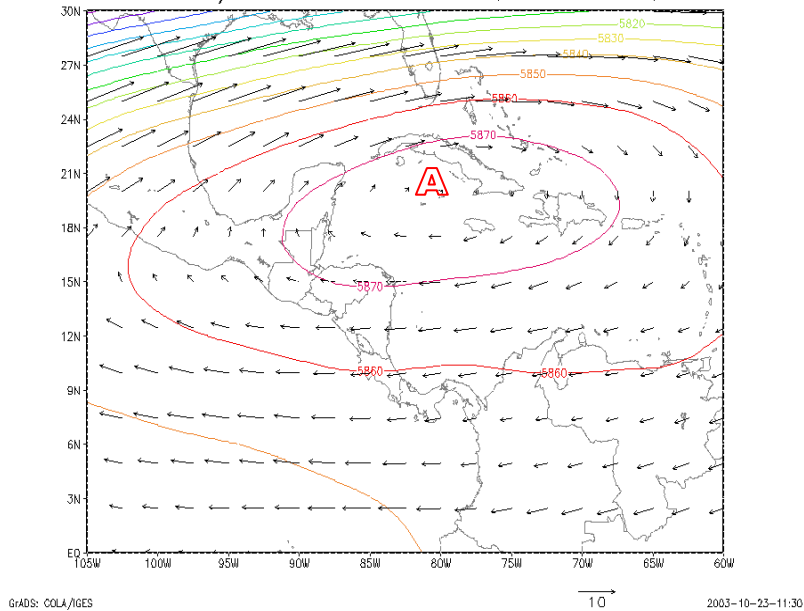


Figura 84

Temperatura y Precipitación

Al observar las temperaturas de diciembre en El Salvador, (Fig. 85), se observa un marcado descenso de la temperatura a 25° C, reflejo de una más frecuente invasión de masas de aire frío hacia la región Centroamericana.

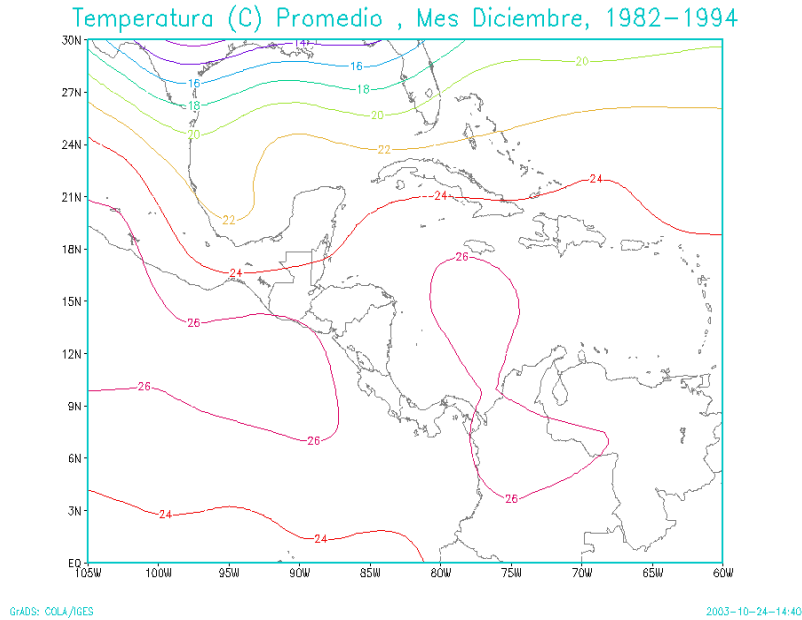


Figura 85

En cuanto a las precipitaciones, (Fig. 86), hay poca nubosidad debido a las condiciones atmosféricas prevalecientes y sólo se registran algunas precipitaciones débiles y aisladas, principalmente en las zonas montañosas de nuestro país. La falta de humedad, pero sobre todo la mayor estabilidad limita considerablemente el ascenso de los gases de atmósfera desde las capas más bajas hacia las superiores. Por lo que es posible que se acumulen contaminantes en las capas bajas de la atmósfera..

ango de Precipitacion Total(mm/diarios), Mes Diciembre, 1982-199

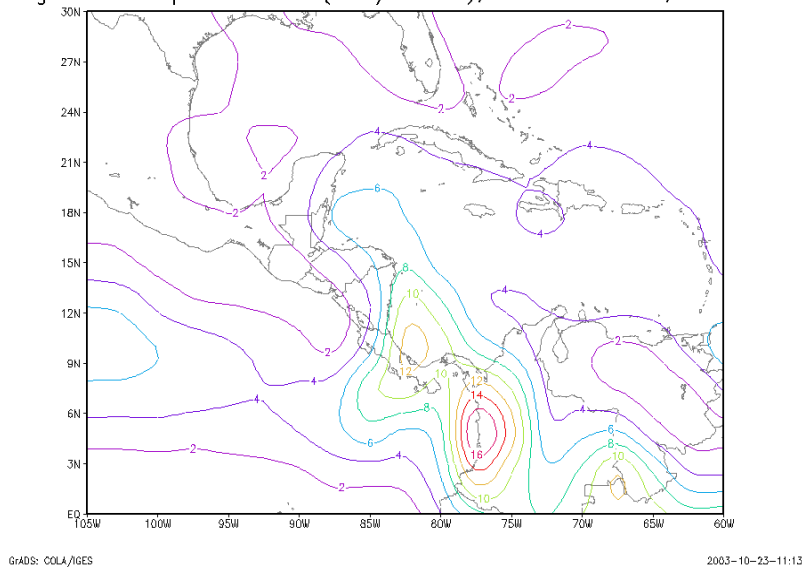
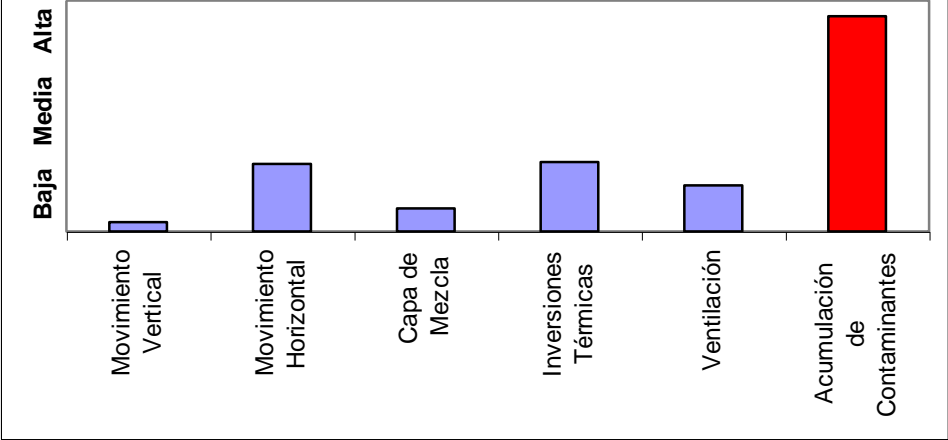


Figura 86

**Cuadro resumen de las Características de Masas de Aire sobre
El Salvador, mes de Diciembre**

Variable	Valor
Presión media a Nivel del Mar	1013 a 1014 MB.
Flujo de Viento, tipo	Polar, seco y frío
Dirección y Fuerza del viento a 100 msnm (1000mb)	Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 1450 msnm (850mb)	Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 3000 msnm (700mb)	Noreste, 8 a 10 Nudos
Dirección y Fuerza del viento a 5600 msnm (500mb)	Este, con 8 a 10 Nudos
Temperatura promedio(°C)	De 24 a 26 grados
Precipitación total (mm/día)	De 0 a 2 mm/día

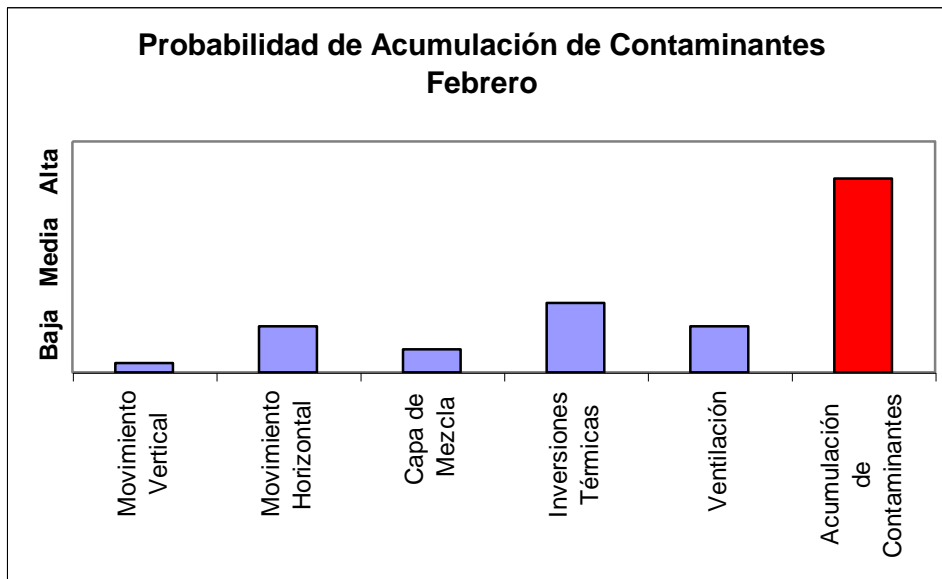
Conclusiones de Capitulo

Período del año	MES	Movimiento del aire												
Época Seca	<p>Enero</p> <p>El primer mes del año pertenece a la denominada época seca y se caracteriza por cielos despejados y por ingreso de frentes fríos, con pequeñas posibilidades de lluvia al norte del país, así como las temperaturas más bajas del año.</p> <p>La combinación de masas de aire frío y seco, así como altas presiones, en capas bajas y medias, trae como consecuencia inversiones térmicas que resultan en una capa de mezcla relativamente baja que oscila entre los 932mb, alrededor de 700 mts, y los 866 mb (1300 mts), disminuyendo la mezcla de los gases, en las ciudades del territorio Salvadoreño. Sólo los frentes fríos intensos con vientos Nortes son capaces de limpiar la atmósfera. En promedio, en este mes la capa limite se mantiene entre los 1000 y 1300 mts .</p>	Movimiento Horizontal Moderado, poco movimiento vertical												
	<p style="text-align: center;">Probabilidad de Acumulación de Contaminantes Enero</p>  <table border="1" data-bbox="370 1150 1312 1587"> <caption>Probabilidad de Acumulación de Contaminantes - Enero</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Probabilidad (Baja Media Alta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Movimiento Vertical</td> <td>Baja</td> </tr> <tr> <td>Movimiento Horizontal</td> <td>Media</td> </tr> <tr> <td>Capa de Mezcla</td> <td>Baja</td> </tr> <tr> <td>Inversiones Térmicas</td> <td>Media</td> </tr> <tr> <td>Ventilación</td> <td>Baja</td> </tr> <tr> <td>Acumulación de Contaminantes</td> <td>Alta</td> </tr> </tbody> </table>		Categoría	Probabilidad (Baja Media Alta)	Movimiento Vertical	Baja	Movimiento Horizontal	Media	Capa de Mezcla	Baja	Inversiones Térmicas	Media	Ventilación	Baja
Categoría	Probabilidad (Baja Media Alta)													
Movimiento Vertical	Baja													
Movimiento Horizontal	Media													
Capa de Mezcla	Baja													
Inversiones Térmicas	Media													
Ventilación	Baja													
Acumulación de Contaminantes	Alta													

Febrero

Durante este mes continúa el desplazamiento de las altas presiones sobre México y el Mar Caribe, originadas principalmente por algunos frentes fríos que aún se desplazan sobre esas regiones, los cuales son menos frecuentes y menos intensos que en el mes de Enero, tanto para la región centroamericana como para El Salvador.

La circulación de los vientos sobre El Salvador tiene características horizontales; dado que en este mes se presentan inversiones térmicas sobre San Salvador que aumenta la estabilidad y tiende a aumentar la acumulación de contaminantes, al menos en horas de la tarde, con un comportamiento similar al mes de Enero, es decir con altura de capa de mezcla entre los 700 mts y 1300 mts, una capa límite entre los 1000 y 1300 mts, manteniéndose la acumulación de contaminantes excepto que se presente un frente frío asociado a una alta presión la cual produzca vientos Nortes que pueda limpiar la atmósfera.

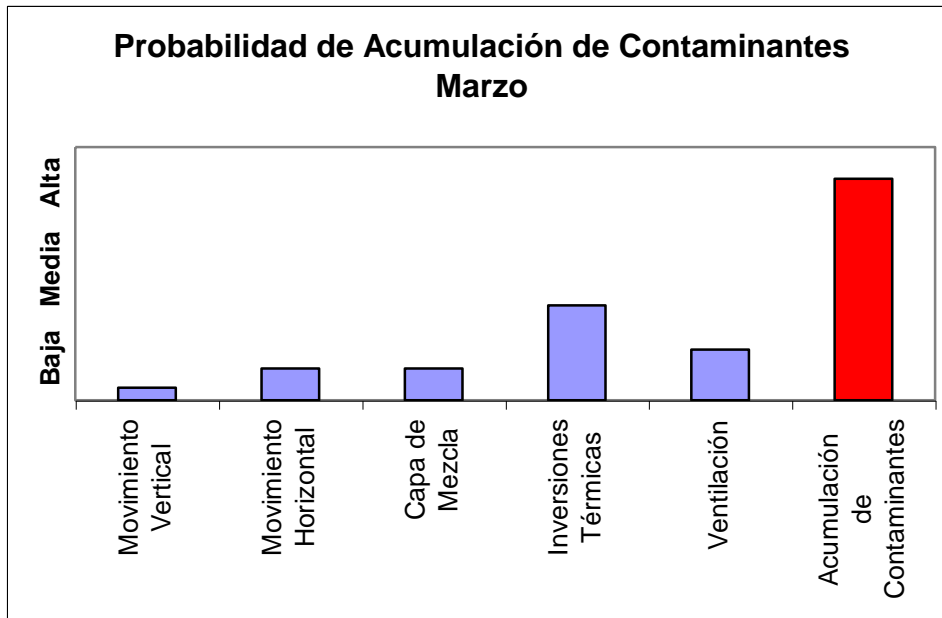


Época Seca

Marzo

Durante este mes, en el territorio salvadoreño, el incremento de las temperaturas es sensible, considerándose como uno de los meses más cálidos, estadísticamente hablando. La presencia de frentes fríos en este mes es baja, por lo que los días con vientos Nortes sobre el país son escasos, ocasionando baja ventilación. Esto produce que la atmósfera alcance un alto grado de turbiedad producida por la concentración de polvo, bruma y humo que generalmente procede de las emisiones de automotores y quemas que realizan los agricultores para preparar la tierra de cultivo previo al inicio de la estación lluviosa. Por otro lado la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), se mantiene alejada de las costas salvadoreñas.

Existe un pequeño desplazamiento vertical en este mes en la parte baja de la atmósfera, pero se ve restringido en los niveles medios, acumulándose contaminantes, fenómeno que puede observar a simple vista durante este mes, con el característico color rojizo del cielo en horas tempranas o tardes del día. A pesar de este pequeño movimiento vertical, la atmósfera no puede limpiarse por el poco o nulo movimiento horizontal, la capa de mezcla permanece baja, entre 700 y 1300mts, mientras que la capa limite se encuentra variando entre los 900 y 1300mts. Las inversiones térmicas se mantienen en San Salvador.

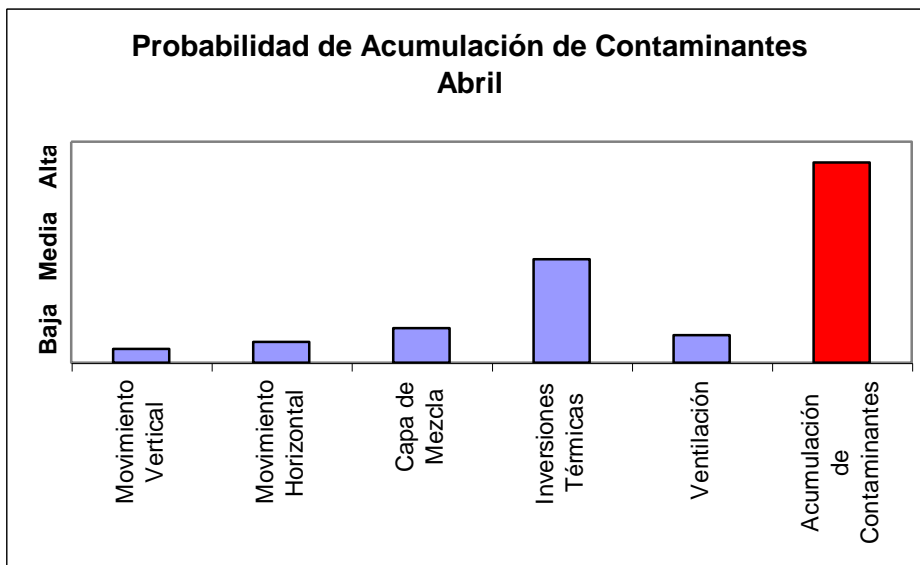


Movimiento Horizontal débil con poco movimiento vertical

Mes de Transición Seco-Lluviosa

Abril

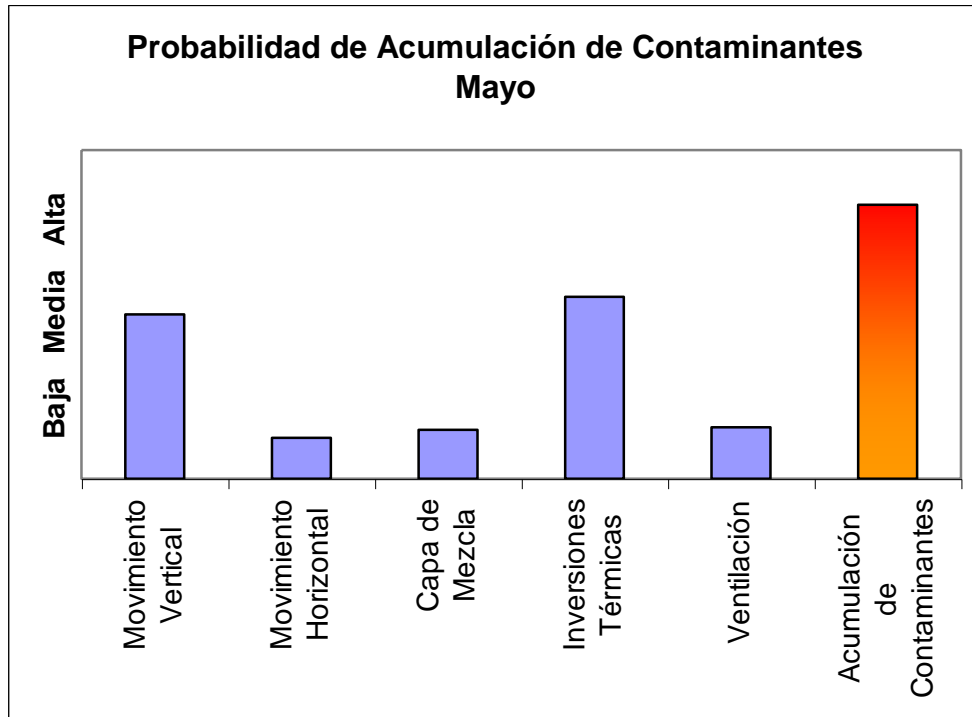
Durante este mes se registran las más altas temperaturas sobre El Salvador mientras la posibilidad del ingreso de frentes fríos es casi nula, por lo que los vientos Nortes ya no se hacen presentes, permitiendo así el ingreso de brisas marinas al territorio salvadoreño, iniciándose por tanto la transición de la época seca a la lluviosa, presentándose por lo general 4 a 5 días con lluvia. La capa de mezcla se mantiene entre los 700 y 1300mts. sobre San Salvador. Aunque en El Salvador se inicia la transición de la época seca a la lluviosa, se mantiene la persistencia de acumulación de partículas en la atmósfera. Aunque la brisa marina es un poco más marcada que el mes anterior, no logra barrer la contaminación de las zonas urbanas o ciudades importantes.



Movimiento Horizontal débil y Vertical débil

Mayo

Mayo es el mes en el que estadísticamente hablando se presenta el inicio de estación lluviosa en El Salvador. El inicio está asociado con mayor actividad de ondas del Este que se trasladan desde el Caribe hacia la región centroamericana y por ende al territorio salvadoreño. Estas ondas producen ascenso orográfico, formación de nubes, tormentas eléctricas y chubascos, aun y cuando las ondas del Este no están bien definidas. La presencia de la brisa marina es más clara, desde horas de mediodía hasta horas de la noche. La posibilidad de ingreso de frentes fríos sobre El Salvador es remota, aunque no nula. Por ello, el barrido de la atmósfera por el movimiento horizontal (vientos) deja de ser de Norte a Sur para convertirse de Este a Oeste. La brisa marina es muy débil e incapaz de limpiar la atmósfera, por ser básicamente viento local con poco espesor vertical. Los vientos y las primeras lluvias fuertes, remueven de la atmósfera los contaminantes acumulados. Se mantienen las inversiones térmicas sobre San Salvador pero con menor frecuencia, siempre desde las 00:00GTM a las 06:00 GTM,. En algunas ocasiones éstas persisten hasta las 12:00GTM, por lo que la capa de mezcla se mantiene baja, entre 700mts y 1300mts y una capa limite hasta los 1300mts. En este mes, el ascenso de aire en la vertical resulta en cierta disminución de los contaminantes.

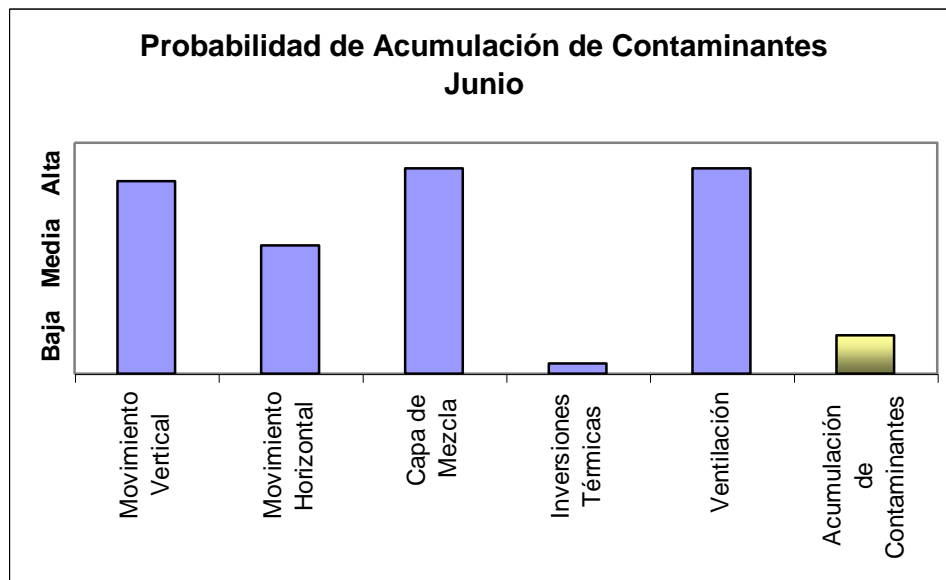


Época Lluviosa

Junio

Junio es en El Salvador, uno de los meses más lluviosos del año, el movimiento horizontal se debe exclusivamente al flujo de Este y a la brisa marina. El movimiento vertical es continuo hasta altos niveles de la atmósfera por efecto de nubes cumulonimbus.

Las inversiones térmicas casi desaparece, incrementando la posibilidad del movimiento vertical. Por ello, la capa de mezcla se eleva a más de 7000mts en casi todo el mes y la capa de límite se mantiene a 1400mts en San Salvador. Es de esperar entonces que este mes no se acumulen contaminantes sobre el territorio Salvadoreño pues estos son barridos por gotas de lluvia (“washout”).



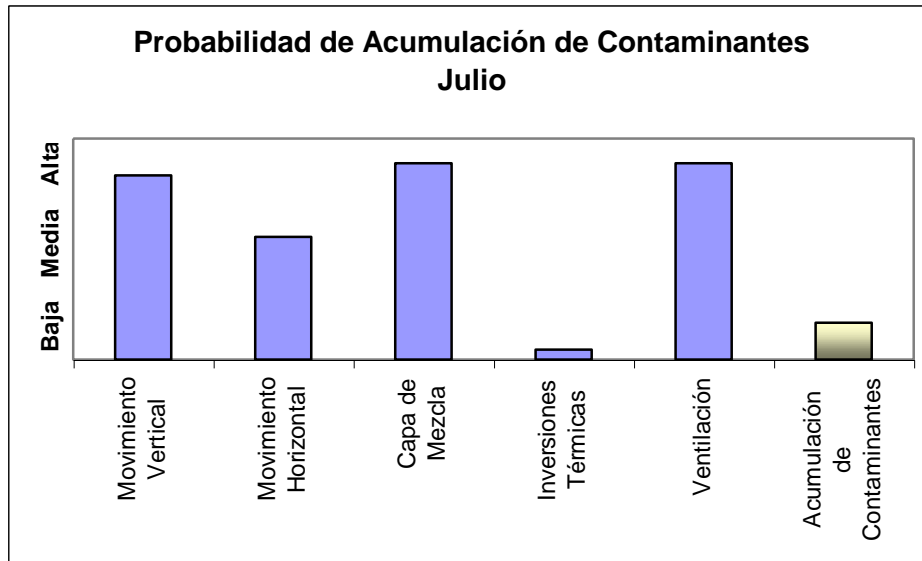
Movimiento Horizontal moderado y Vertical fuerte

Julio

En este mes, se produce una disminución de lluvias, y algunas variables atmosféricas cambian de valor; en relación con la denominada canícula que ocurre durante los últimos días de julio o los primeros de agosto. En este periodo se producen corrientes descendentes que inhiben la formación de nubes profundas, productoras de lluvias. La capa de mezcla se eleva hasta más arriba de los 7000mts sobre San Salvador, mientras que dejan de aparecer las inversiones térmicas.

Como se mencionó anteriormente, estas condiciones inhiben la formación de campos nubosos y lluvias intensas que resulten en remoción de los contaminantes. Sin embargo, la mezcla de estos se ve favorecida por la gran altura que tiene la capa de mezcla, permitiendo su dispersión. Mención especial requiere el Ozono, que en lugares como Ciudad de México persiste aun bajo condiciones lluviosas.

Es importante destacar que en el mes de Julio, con la CANÍCULA, disminuye el ingreso de ondas tropicales desde el Caribe y la Zona de Convergencia Tropical se debilita sobre nuestra área.

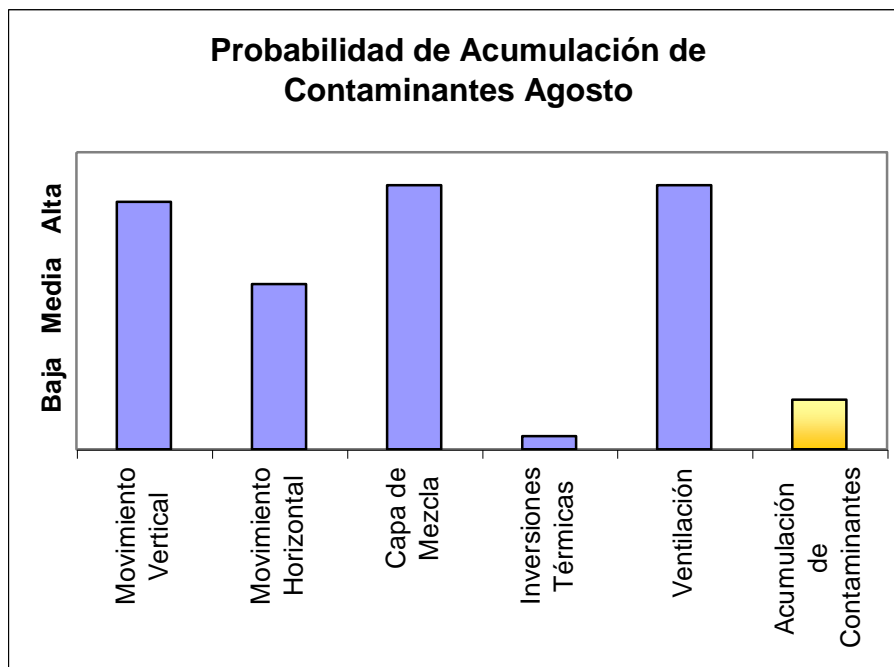


Agosto

El mes de Agosto es similar en su comportamiento climatológico a Julio, es decir por lo general se tienen días despejados, con temperaturas cálidas en horas de la tarde, mientras que por las madrugadas éstas disminuyen ligeramente. Se mantiene el movimiento horizontal del aire, con una capa de mezcla muy alta en la atmósfera que posibilitando la ventilación y la poca acumulación de contaminantes. La capa limite se mantiene alrededor de los 1400mts.

Durante este mes las lluvias continúan concentrándose en horas de la noche, asociadas al paso de Ondas Tropicales, ya que la Zona de Convergencia en este mes no logra acercarse a El Salvador. Además, continúa manifestándose la Canícula, la cual en presencia de condiciones Niño se hace más prolongada e intensa.

La relación entre la lluvia y la fase cálida del fenómeno El Niño, en la época que se produce, indican que en julio y/o agosto, el déficit de lluvia se incrementa, siendo esto claro para la zona costera y el oriente de El Salvador, con mayor énfasis durante eventos Niño fuertes y muy fuertes.



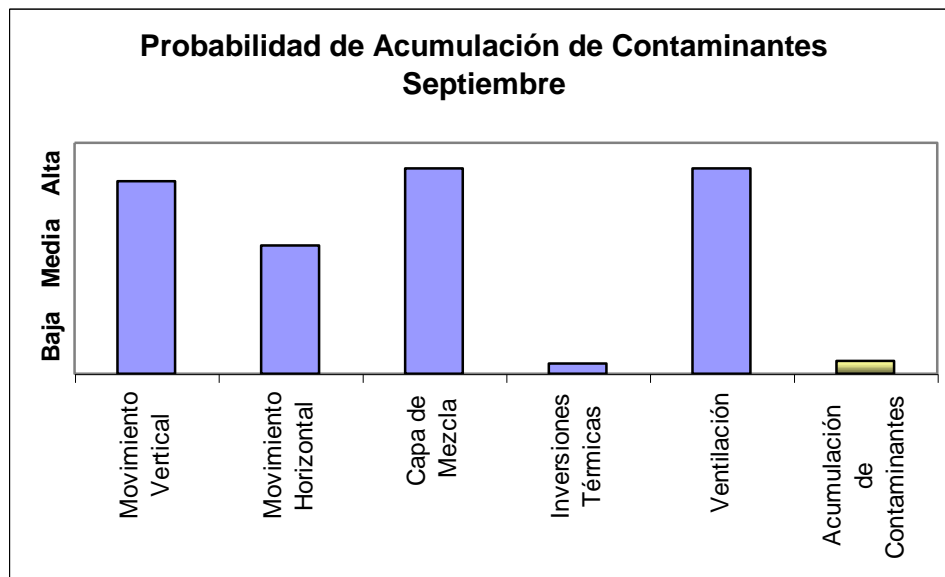
Época Lluviosa

Septiembre

El mes de Septiembre para El Salvador, corresponde a las precipitaciones más intensas, considerándose el mes más lluvioso del año. En este periodo es característico el desplazamiento de Ondas Tropicales y la activación de la Zona de Convergencia Intertropical, condiciones que se combinan para favorecer lluvias de moderadas a fuertes y a toda hora del día. El paso de Sistemas como Tormentas Tropicales o Huracanes, por el Mar Caribe, que inducen bajas presiones en las costas Centroamericanas, generan condiciones propicias para uno o dos temporales en el mes sobre El Salvador.

Los máximos de precipitación en junio y septiembre están relacionados a una mayor frecuencia de “temporales”, disturbios en el océano Pacífico que producen dos o tres días con lluvias persistentes e intermitentes, que pueden acumular más de 100 mm en 24 horas.

La capa de mezcla se mantiene arriba de los 7000 mts sobre San Salvador. Esto permite una buena dispersión y remoción de los contaminantes de la atmósfera para este mes.



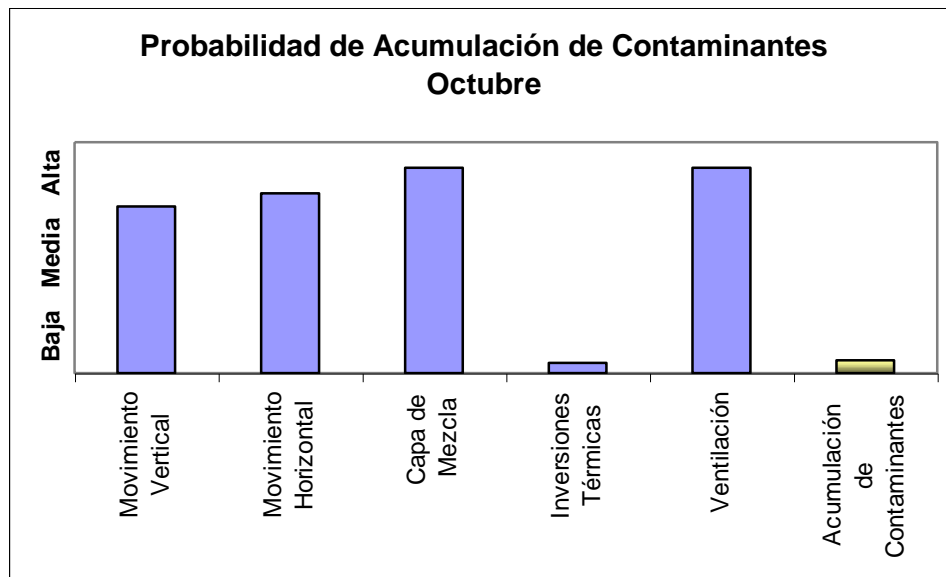
Movimiento Horizontal moderado y Vertical fuerte

Mes de Transición lluvioso a seco

Octubre

En este mes comienza la transición de la época lluviosa a la seca en nuestro país, en correspondencia con el comienzo del Otoño para regiones de latitudes más altas. El traslado de masas de aire frías y secas de latitudes medias rara vez alcanza la región centroamericana. Esto sólo se da cuando ocurre un Norte. Las altas presiones limitan la formación de nubes en nuestro y por ende se reducen también las lluvias, disminuyendo la humedad del aire.

Aunque las condiciones de presión o movimiento ascendente son relativamente propicias para lluvias, éstas no se producen por una mayor estabilidad atmosférica en niveles medios. La intensidad de los vientos que ingresan por la región montañosa de nuestro país aumenta y la capa de mezcla se mantiene alta en la atmósfera a más de 7000mts. Esta condición favorece la dispersión de contaminantes.



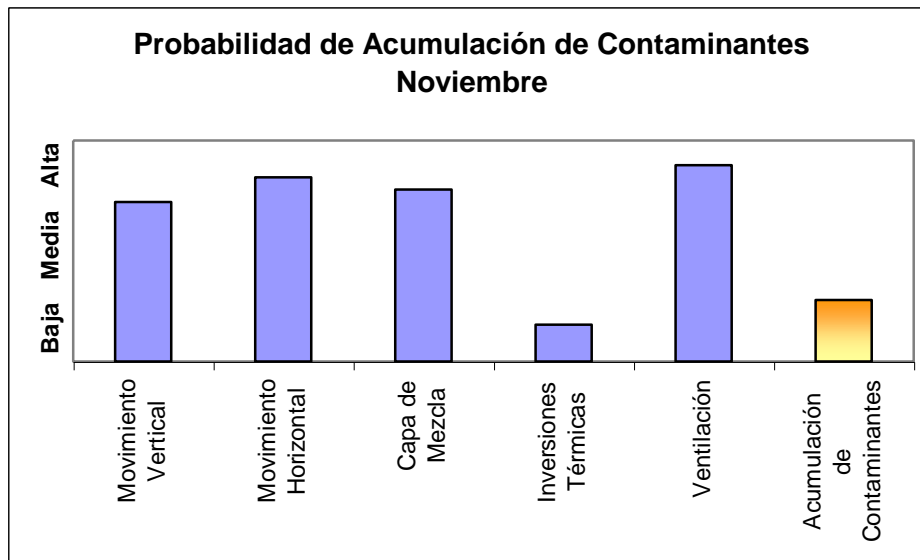
Movimiento Horizontal fuerte y Vertical moderado

Época Seca

Noviembre

Este mes inicia propiamente la estación seca, pero aún se mantienen algunas precipitaciones en los primeros 15 días, la mayoría de las cuales son débiles o moderadas sobre El Salvador. La ocurrencia de lluvias se prolonga en la zona oriental del país, donde la estación lluviosa generalmente finaliza más tardíamente. Además, en este mes, los descensos de frentes fríos y el acercamiento de los mismos a la región centroamericana resulta en temperaturas menores y disminución en la humedad, principalmente en horas de la tarde. El cielo por lo general se mantienen despejado.

Durante este mes comienza a producirse inversiones térmicas sobre San Salvador y el efecto de remoción de los contaminantes por la lluvia comienza a desaparecer. Con ello, la calidad del aire tiende a disminuir.

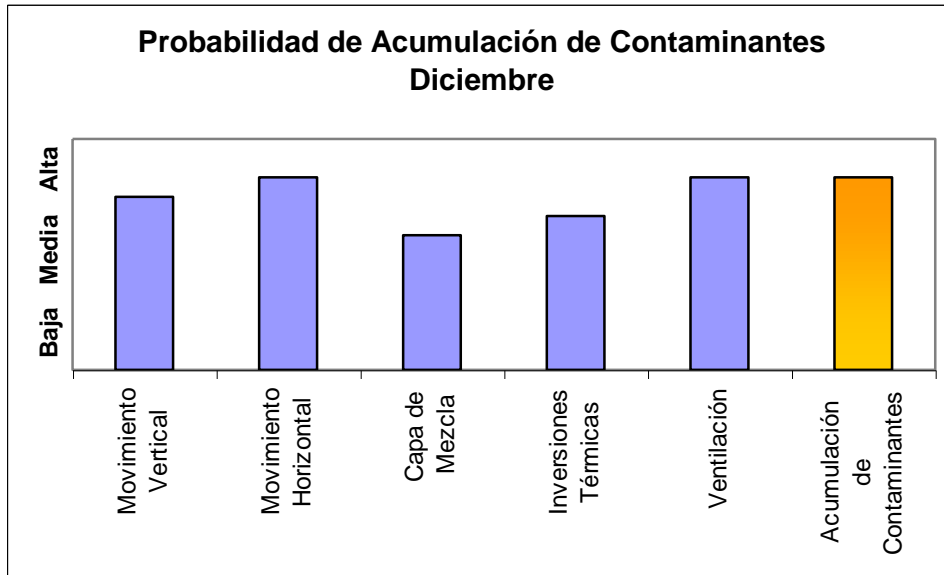


Movimiento Horizontal fuerte y Vertical débil

Época Seca

Diciembre

Este mes se caracteriza en El Salvador, en lo general por presentar cielos despejados y vientos NORTES, los cuales poseen intensidades moderadas a fuertes y producen temperaturas disminuidas. Los sistemas frontales pueden resultar en algunas precipitaciones débiles en las zonas montañosas del Norte de nuestro país. El desplazamiento vertical de los gases de la atmósfera se ve disminuido, pero el Horizontal puede verse favorecido por los fuertes vientos “NORTES” en gran parte del país.



Movimiento Horizontal

CARACTERIZACION DE CONDICIONES METEOROLOGICAS EN EL SALVADOR

**Autores: Luis García, Ricardo Zimmermann,
Lorena Soriano, Carlos Pérez, Pablo Ayala**

¡Error! Marcador no definido.

Capítulo IV: Análisis de Variables Meteorológicas, determinación de Capa Límite e Inversiones Térmicas.	85
Variables meteorológicas	85
1. TEMPERATURA POTENCIAL	85
TEMPERATURA PROMEDIO:	87
HUMEDAD RELATIVA:	88
EL VIENTO	89
DETERMINACIÓN DE LA CAPA LÍMITE:	93
INVERSIONES TÉRMICAS:	94
Capítulo V: CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR	100
COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLES METEOROLÓGICAS	104
CONCLUSIONES DE CAPITULO.	109
ANEXOS DE CAPITULO V	111
ANEXO I	111
ANEXOS II	127
ANEXO III	144
ANEXOS IV	163

Capítulo IV: Análisis de Variables Meteorológicas, determinación de Capa Límite e Inversiones Térmicas.

Método de Análisis:

Para desplegar los datos históricos del periodo 1970 a 2000, se ha utilizado el programa GRADS, analizando el comportamiento espacio temporal de diversas variables meteorológicas. Como resultado de la investigación se generaron cartas transversales temporales de la variable temperatura potencial y temperatura promedio mensual así como de viento (dirección, magnitud, meridional y zonal) y humedad relativa para la ciudad de San Salvador.

Con apoyo del paquete GRADS, se procesó información de la base de datos del proyecto READY (Real Time Environmental Applications and Display Systems) Air Resources Laboratory, de NOAA, de su página <http://www.arl.noaa.gov/ready/amet.html>, en su componente de reanálisis. Así, se analizó la variabilidad diaria de los índices de PASQUILL, los cuales son una muy buena herramienta para determinar la altura de la Capa Límite expresada en metros. Estos últimos análisis se realizaron únicamente para la ciudad de San Salvador para los meses de marzo y abril del año 1998. Finalmente, con esta misma base de datos se realizaron la interpolación de los radiosondeos para Ilopango, San Salvador, para todos los días del año 1998. Es necesario remarcar que los presentes datos para la determinación de la altura de la capa de mezcla y estabilidad, son datos interpolados, no reales, dado que en El Salvador, no se realizan observaciones de altura debido a la falta de equipo para hacerlo.

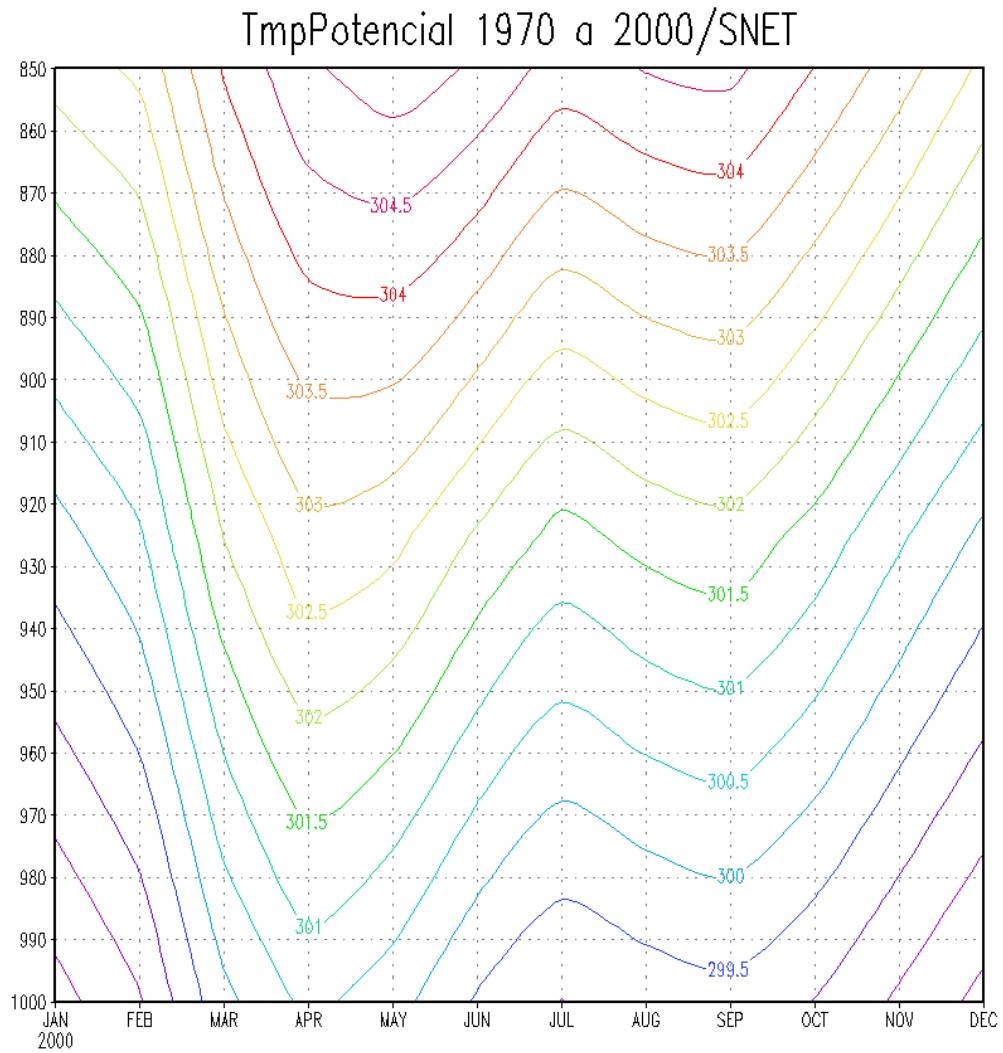
Variables meteorológicas

1. Temperatura Potencial

Análisis Horizontal:

En el nivel de 925 milibares, equivalentes a 500 msnm, de acuerdo a la atmósfera estándar, se observa que la temperatura potencial aumenta de forma gradual conforme pasa el tiempo (Fig. 1). Durante las primeras dos décadas, en Enero se presentan valores inferiores a 299.5°K. Posteriormente, comienza un gradual calentamiento con un diferencial de 0.5°K, el cual persiste hasta la primera semana de febrero, cuando se alcanzan los 300°K. Es importante señalar que a partir de la segunda semana de febrero hasta el final de este mes, se da un incremento pronunciado de la temperatura, hasta alcanzar un valor de 301.3°K, siendo su diferencial de aproximadamente 1°K. En marzo, se observa un incremento en temperatura potencial, la cual alcanza valores superiores a los 302.0 ° K pero inferiores a 302.5 ° K. El resto del año se presenta una variabilidad baja en este parámetro.

En el nivel de 850 milibares se observan condiciones similares a 950mb, es decir con un incremento de la temperatura potencial hasta mediados de mayo, cuando alcanzan 305 ° K.

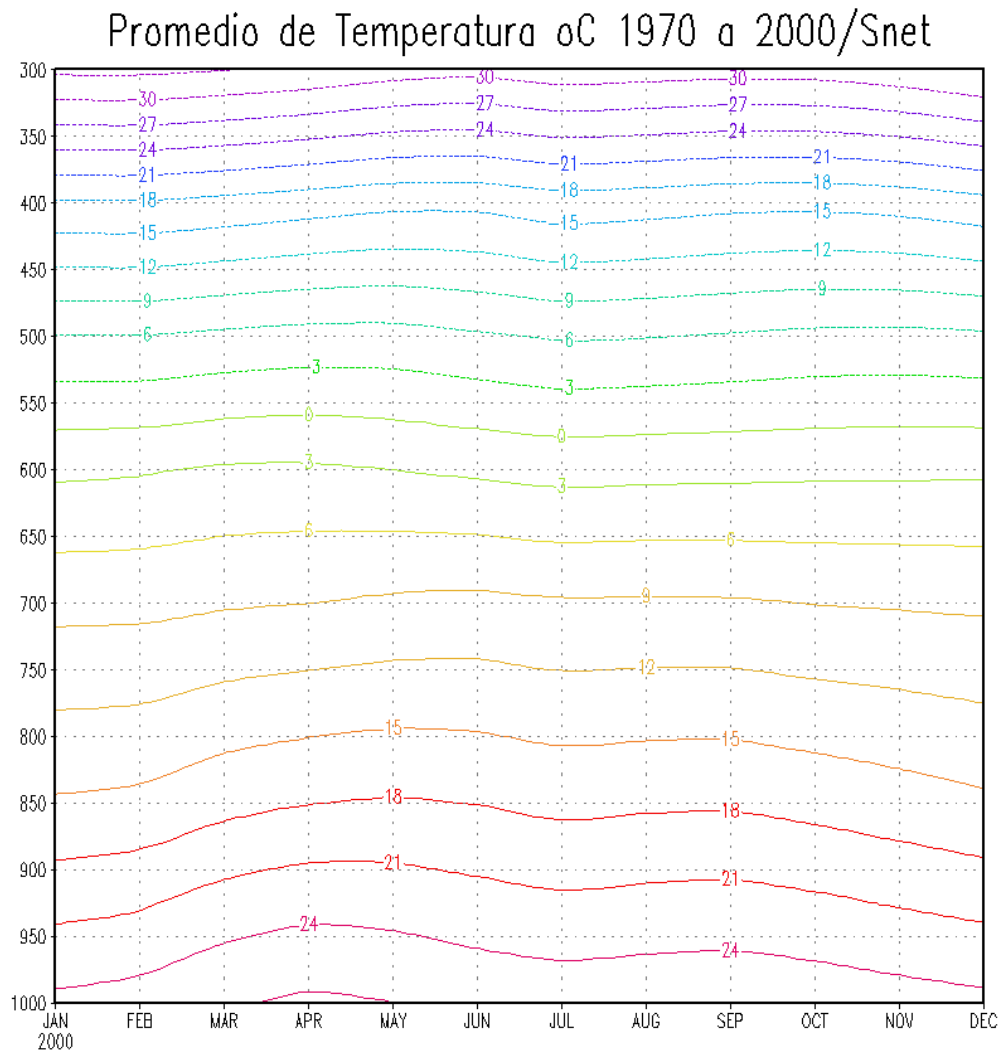


GRADS: COLA/IGES

Figura 1

Temperatura Promedio:

La Figura 2 denota con claridad que los valores más altos de temperatura en las capas bajas de la atmósfera se presentan en el mes de abril con un valor promedio de 27°C. Caso contrario se tiene en los meses de noviembre, diciembre, enero y hasta la segunda semana de febrero cuando la temperatura disminuye a los 25°C.

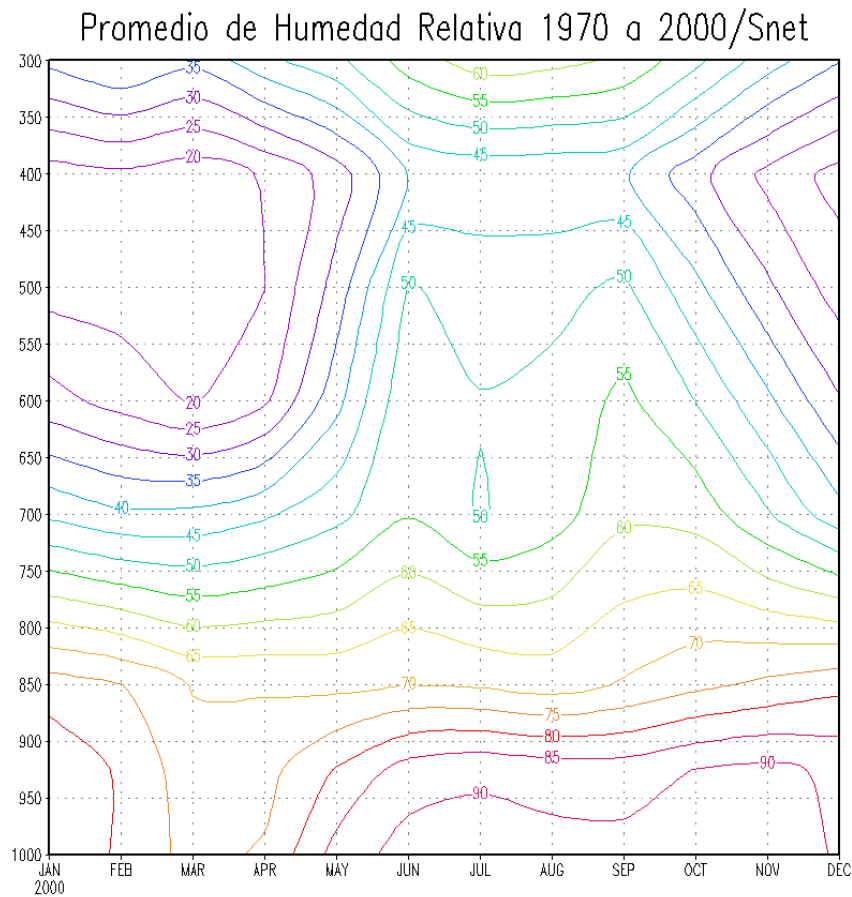


GrADS: COLA/IGES

Figura 2

Humedad Relativa:

De acuerdo a la Figura 3, desde el nivel de 1000 mb hasta el nivel de 825mb, la humedad promedio más baja oscila entre los niveles de 80 a 70 % entre enero y abril. Conforme se avanza en el tiempo, es decir para los meses de mayo y hasta inicios de diciembre, se observa que ésta se incrementa hasta un 90 %, correspondiendo esta situación a gran parte de la época lluviosa sobre San Salvador . En los 750 milibares, la humedad relativa alcanza 50%, disminuyendo gradualmente con la altura para los meses de la época seca hasta alcanzar un pico máximo en junio, el cual corresponde a uno de los meses mas lluviosos sobre San Salvador. Situación diferente se tiene en los meses de la estación lluviosa que desde 750mb se mantiene entre 45 y 60 % de humedad relativa.



GRADS: COLA/IGES

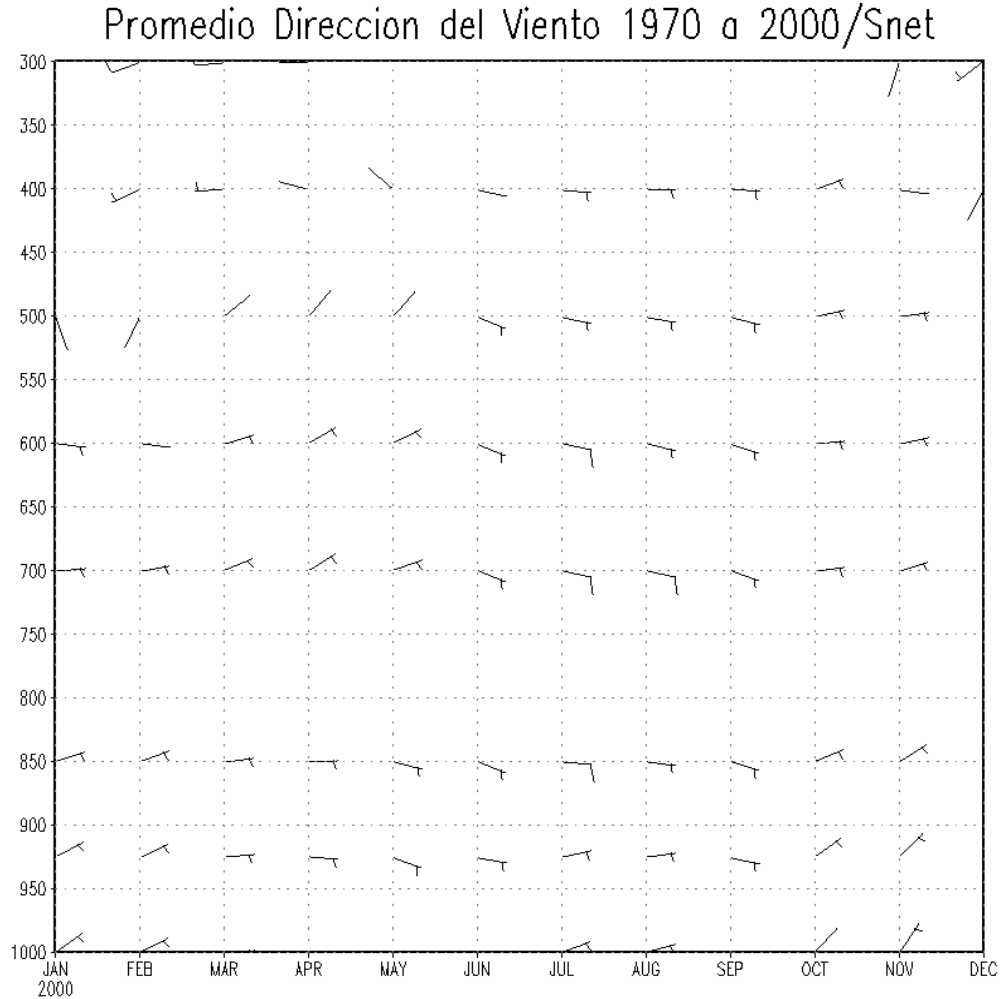
Figura 3

El Viento

Dirección del viento:

De acuerdo al gráfico No. 4 se observa que la dirección promedio del viento en los niveles de 1000 a 850 milibares para los meses de enero, febrero, octubre, noviembre y diciembre mantiene una dirección del NE, lo cual está asociado a los sistemas de alta presión en esta época. De marzo a junio, el viento es del ESE, asociado al flujo alisio predominante en la época lluviosa que, desde el Caribe, arrastra humedad hacia Centroamérica. Entre julio y agosto la dirección del viento es del ENE.

A partir de los 550 milibares la dirección del viento varía con la altura para los meses de la estación seca, volviéndose del W, que puede volverse indicador de la presencia de inversiones térmicas sobre San Salvador, mientras que durante la estación lluviosa se mantiene del Este para todos los niveles de la atmósfera incluyendo los de las capas alta.



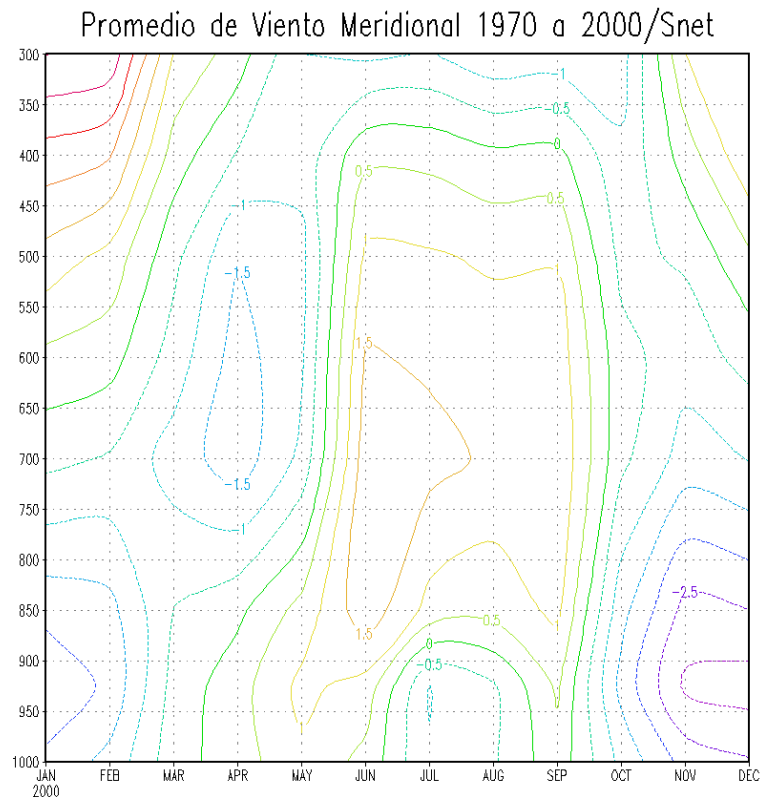
GRADS: COLA/IGES

Figura 4

Viento Meridional Promedio:

La Figura No. 5 muestra la componente V del viento, es decir la parte del viento que se mueve en dirección de los meridianos. En los niveles de 1000 hasta 850 milibares se notan valores negativos del viento meridional (es vientos con componente del Norte) principalmente desde la mitad de octubre hasta la mitad de marzo. Mientras que a partir de las dos últimas semanas de marzo y hasta septiembre se mantiene el viento con valores positivos de dirección Sur. También se nota que entre julio y agosto, en el nivel de 925 milibares se tienen valores negativos (viento del Norte), probablemente asociado al acercamiento del anticiclón semipermanente del Atlántico que limita el ascenso convectivo, favoreciendo la aparición de la canícula.

Para los meses de la estación seca, el viento meridional cambia de dirección a partir del nivel de 650 milibares pasando de vientos del Norte a vientos del Sur. En los meses de la estación lluviosa se mantiene viento del Sur hasta los 300 milibares, excepto en los meses de julio y agosto, cuando se vuelve del Norte en los niveles bajos de la troposfera.

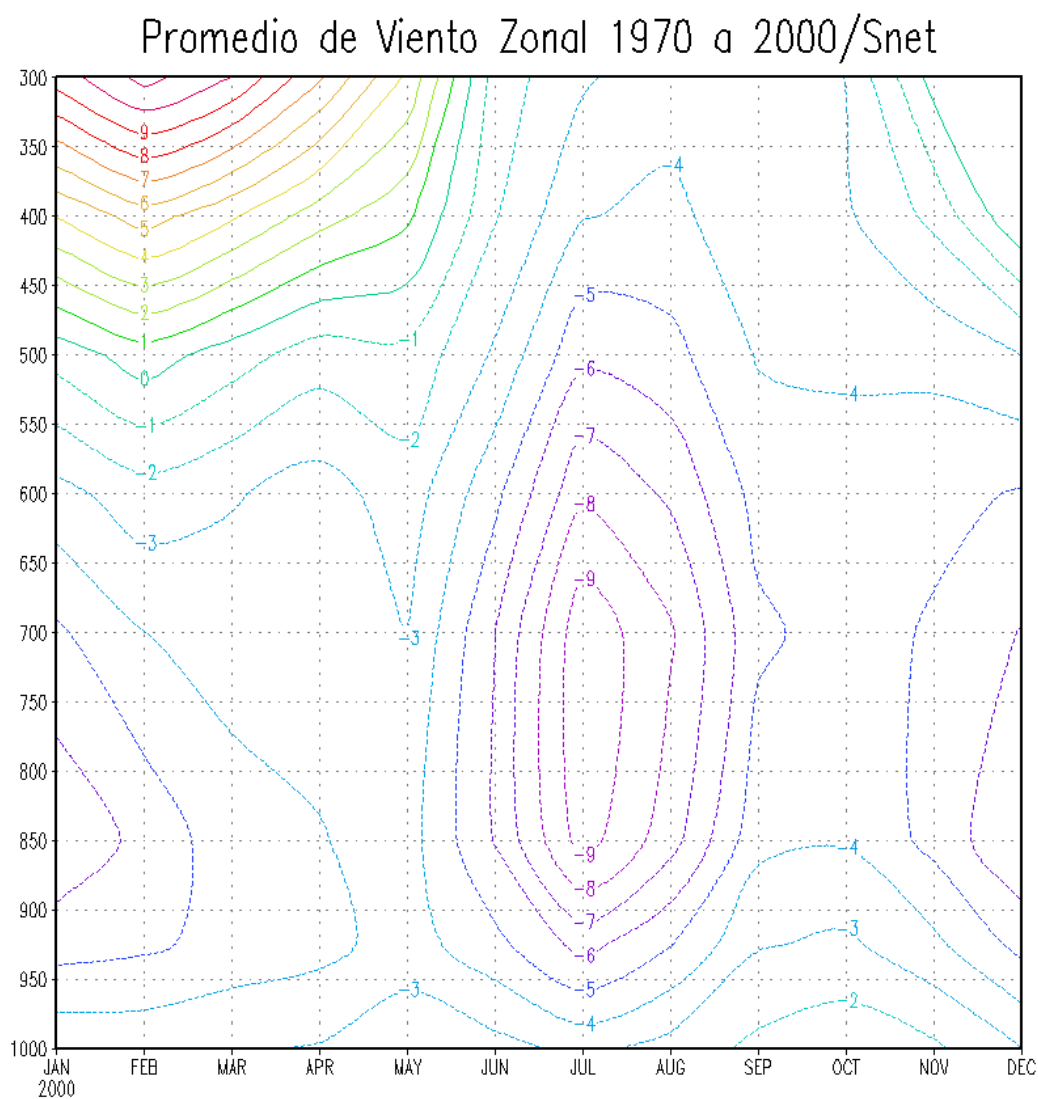


GRADS: COLA/IGES

Figura 5

Viento Zonal Promedio:

Para los niveles de 1000 a 850 milibares el viento zonal, es decir la componente del viento que se desplaza por los paralelos, mantiene valores negativos o sea del Este (Fig. 6), durante la época seca sobre San Salvador. El cambio de dirección del viento zonal se da aproximadamente en 500 milibares durante el mes de Enero a Mayo pasando de Oestes a Estes, incrementado la velocidad en el mes de Julio. Dicho incremento está asociado a una corriente en chorro que se extiende desde el Caribe del este hasta las costas de Nicaragua. En la estación lluviosa el viento zonal se mantiene con velocidades relativamente bajas.



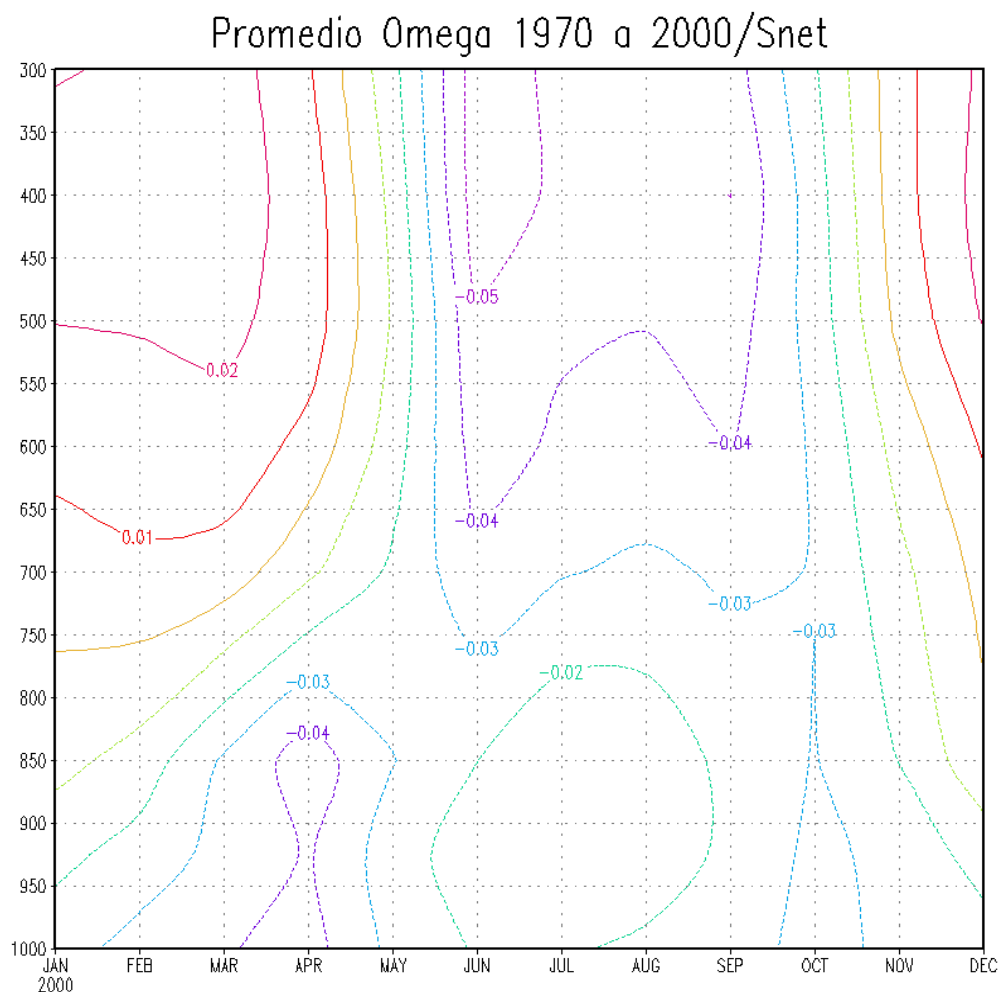
GrADS: COLA/IGES

Figura 6

Promedio Omega (velocidad vertical):

Durante la estación seca (enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre), entre los niveles de 1000 y 850 milibares, omega aumenta positivamente, es decir domina el movimiento descendente, por lo que no el desarrollo de nubosidad se inhibe, permaneciendo por tanto nubosidad llana. Para el resto de los meses del año, el valor de omega muestra valores negativos, es decir con movimientos ascendentes, que propician el crecimiento y desarrollo vertical de nubes (Fig. 7).

En los meses de la estación seca, el aire asciende aproximadamente sólo hasta el nivel de 750 milibares, no así en la estación lluviosa, cuando el aire asciende a más de 300 milibares.



GRADS: COLA/IGES

Figura 7

Determinación de La Capa Límite:

Para determinar la altura de la Capa Límite, se hizo uso de la base de datos histórica de READY con los datos de reanálisis exclusivamente en los meses de marzo y abril de 1998. La capa límite es la parte más baja de la atmósfera, la cual es afectada por las propiedades de la superficie de la tierra. Siempre se encuentra en un estado turbulento lo cual permite la mezcla de los gases en la atmósfera.

De acuerdo a lo analizado en los diferentes gráficos de estabilidad atmosférica a través de los índices de Pasquill, el rango donde se establece la mayor probabilidad de estabilidad para la estación de Ilopango es entre los 1000 a 1300 metros (Fig. 8), por lo que esperaríamos que la altura de la capa límite se encuentre preferentemente en esas alturas. La capa límite puede alcanzar los 1500 metros o más. Este comportamiento debería ser característico de los meses de la estación seca es decir (enero, febrero, noviembre y diciembre)

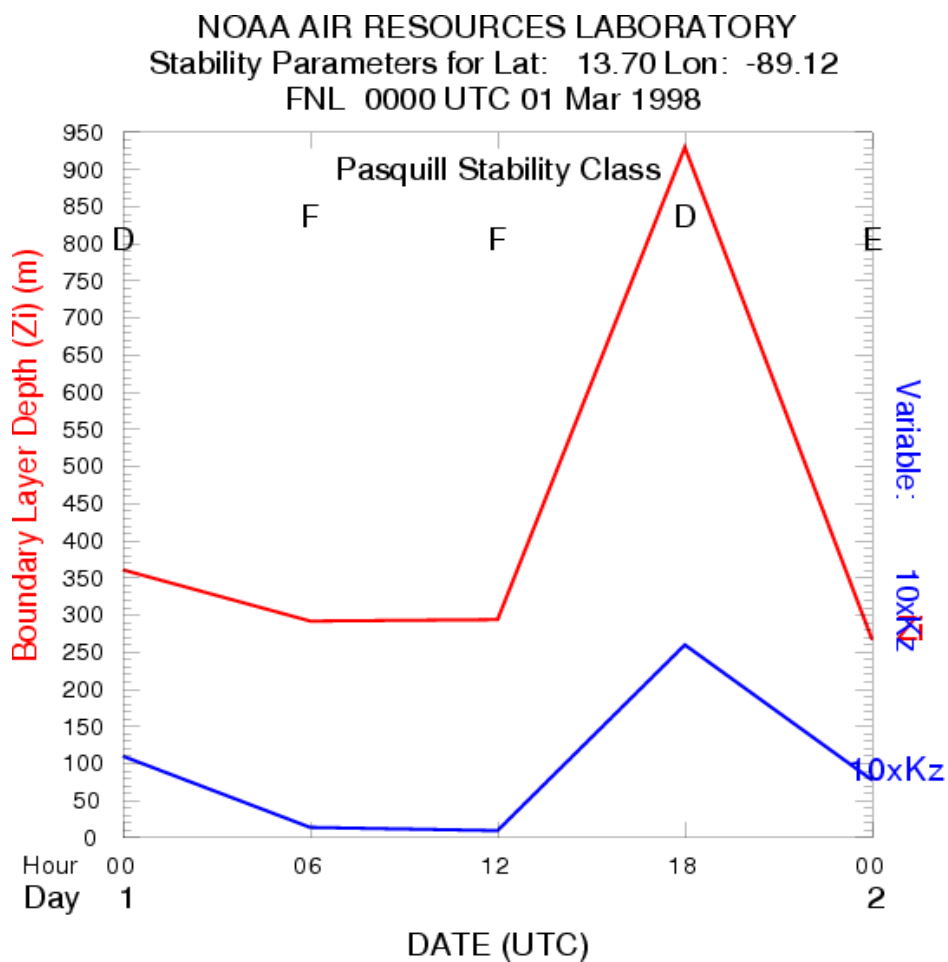


Figura 8

Inversiones Térmicas:

Inversiones Térmicas sobre San Salvador

Al investigar las inversiones térmicas sobre San Salvador, se utilizó el año de 1998 como base, dado que en este año se presentaron temperaturas bastante altas por estar en una fase de fenómeno de El Niño 1997-98. Para este análisis se utilizaron los datos históricos del READY (Real Time Environmental Applications and Display Systems) Air Resources Laboratory, NOAA, en su pagina <http://www.arl.noaa.gov/ready/amet.html>.

Al consultar los diferentes meses del año, se encuentra que la mayor frecuencia de inversiones térmicas ocurren entre los meses de enero, febrero y marzo, disminuyendo en los meses de abril y mayo y presentándose dos eventos de este tipo durante junio, reapareciendo en los meses de noviembre y diciembre, como se muestra en las tablas siguientes:

Conteo de Inversiones sobre San Salvador por mes durante 1998

Enero															
GTM	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
00															
06															
12															
18															

Enero																
GTM	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00																
06																
12																
18																

Febrero															
GTM	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
00															
06															
12															
18															

Febrero													
GTM	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
00													
06													
12													
18													

Marzo															
GTM	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
00															
06															
12															
18															

Marzo																
GTM	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00																
06																
12																
18																

Abril															
GTM	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
00															
06															
12															
18															

Abril																
GTM	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00																
06																
12																
18																

Mayo															
GTM	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
00															
06															
12															
18															

Mayo																
GTM	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00																
06																
12																
18																

Junio															
GTM	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
00															
06															
12															
18															

Noviembre																
GTM	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
00																
06																
12																
18																

Diciembre															
GTM	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
00															
06															
12															
18															

En conclusión durante la estación seca, la altura de esta inversión varía entre 931Hpa y 840Hpa, manteniéndose la capa de mezcla en estos meses baja muy cerca de la superficie provocando acumulación de contaminantes, y en el resto del año supera los 400Hpa, es decir a más de 7000 mts. En las figuras de la 9 y 10 puede observarse la inversión térmica a niveles más bajos que 900Hpa, la línea roja que hace un quiebre brusco, en los meses de época seca, mientras que en la figura 11, se puede notar que no existe tal inversión para los meses de la época lluviosa.

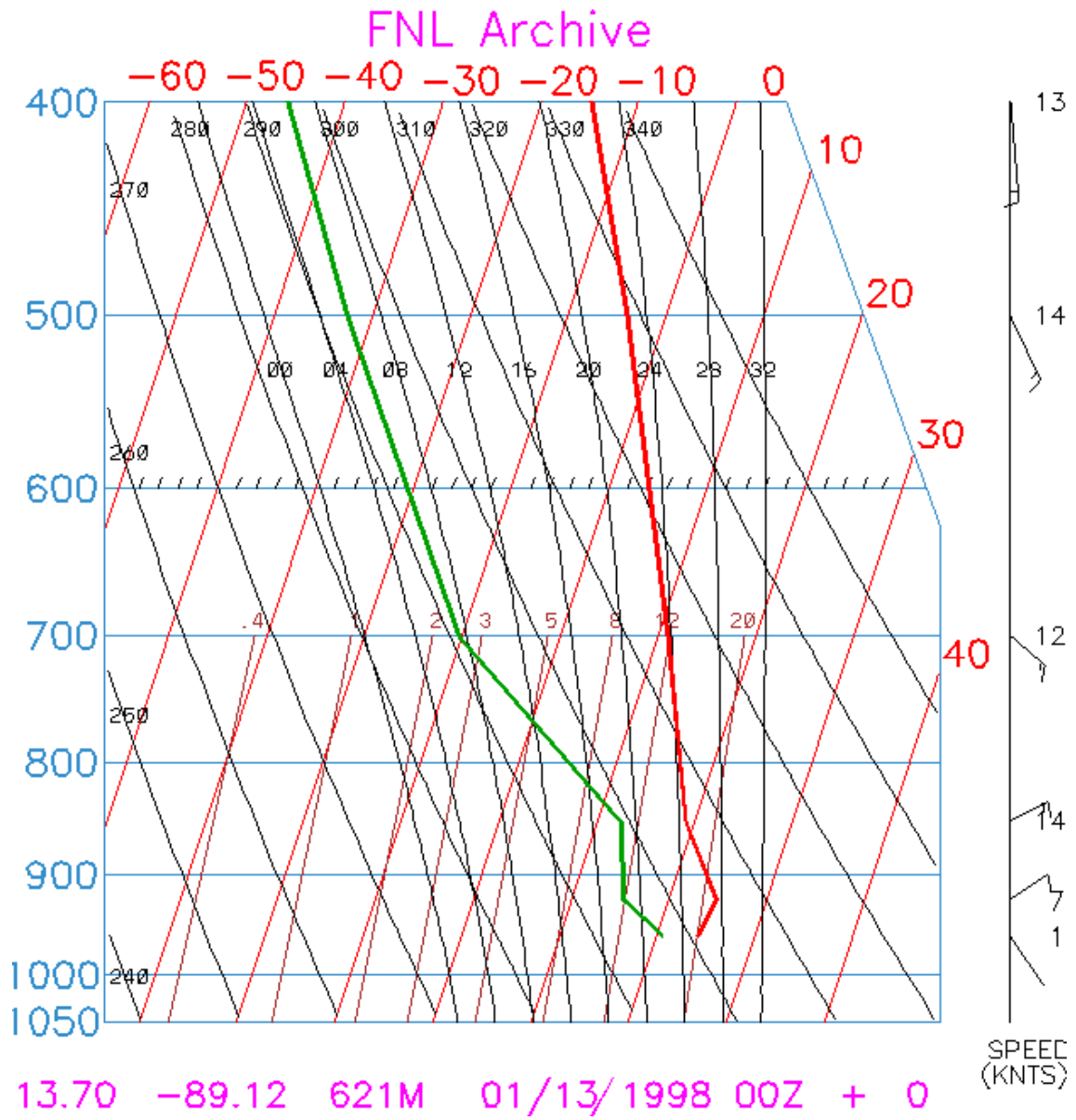


Figura 9

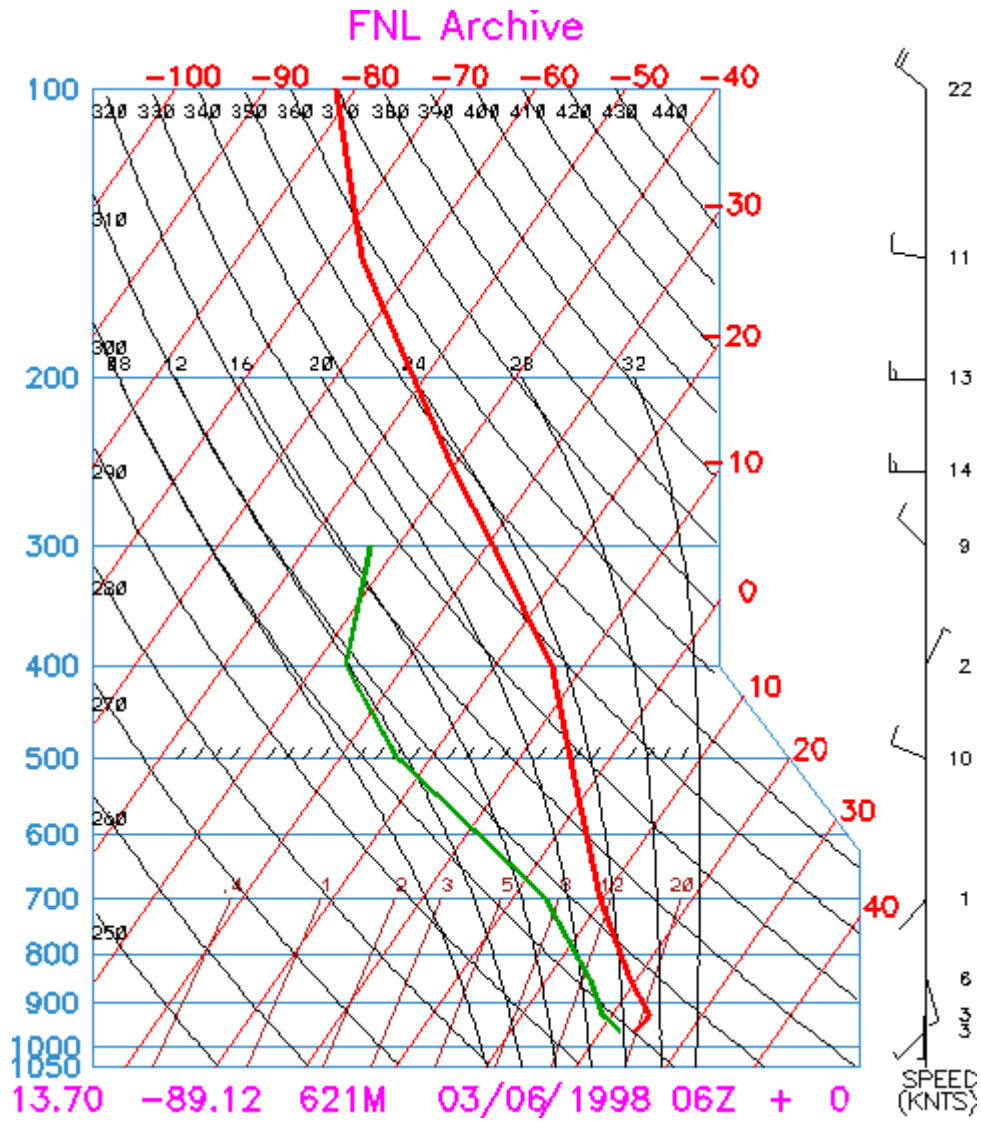


Figura 10

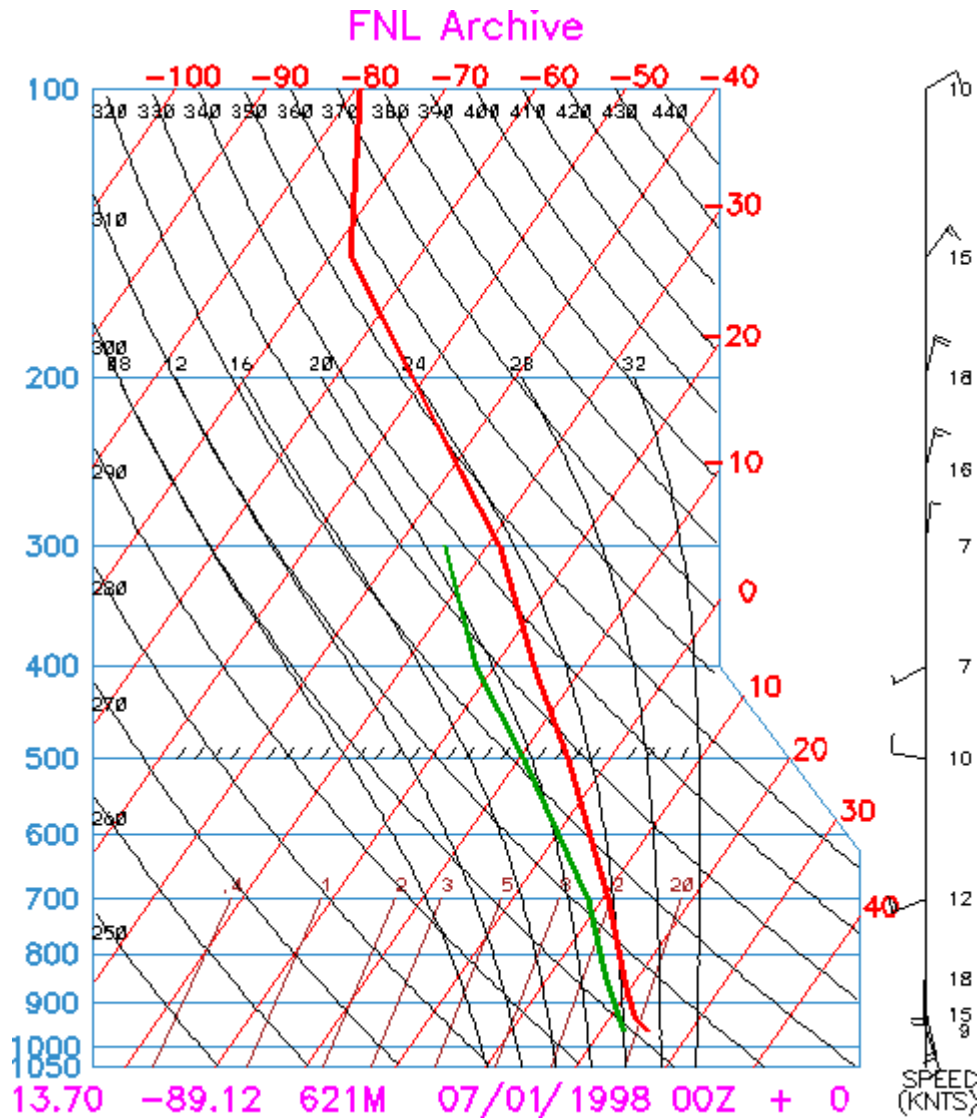


Figura 11

Al consultar los valores promedios de estabilidad entre los años 1970 a 2000, encontramos que es ligeramente estable hasta un nivel de 850mBar.

Capítulo V: CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS Y TOPOGRAFICAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR

CARACTERIZACIÓN TOPOGRÁFICA Y DEL USO DE SUELO EN SAN SALVADOR.

DESCRIPCION TOPOGRAFICA

La región en estudio como se muestra en el mapa 1, anexo III, comprende toda el área metropolitana del gran San Salvador (AMSS), conformada por los siguientes municipios: San Salvador, Mejicanos, Ayutuxtepeque, Ciudad delgado, Soyapango, Ilopango, Santa Tecla, Antiguo cuscatlán, San Marcos, Santo Tomas, San Martín, Tonacatepeque, Apopa y Nejapa. Cubriendo un área de 126 kilómetros cuadrados.

San Salvador y su área metropolitana están situados sobre una superficie plana de erosión, con una altura entre 600 y 800 metros sobre el nivel del mar, dentro de la unidad geomorfológica denominada Graben Central, a lo largo del cual se ubican los volcanes activos de San Salvador y la caldera de Ilopango. Esta planicie está delimitada al Este por el Lago de Ilopango (438 msnm) y al Oeste por el macizo del Volcán de San Salvador (Boquerón y Picacho con 1967 msnm). Al Sur, toda esta superficie está delimitada por la Cordillera del Bálsamo con alturas máximas de 1100 msnm y por el Cerro San Jacinto con 1154 msnm con una morfología semicircular al sur del cerro la cual se interpreta como el remanente del colapso de una antigua estructura volcánica. Al norte se encuentran una zona de cerros más bajos con una elevación máxima de 798 msnm en los Cerros de Mariona.

El área está surcada por numerosas quebradas que nacen en las laderas del Picacho y Boquerón y en la Cordillera del Bálsamo, las cuales son tributarias del río Urbina y Acelhuate respectivamente que drenan el área en dirección Norte. En el sector Este del área metropolitana, las quebradas que nacen en el borde de la Caldera de Ilopango circulan hacia el Norte alimentando el río Las Cañas.

Toda la zona está controlada por fallas tectónicas que se agrupan en cuatro familias principales, de las cuales la más importante es la de dirección Este-Oeste, que marca la orientación y pendiente de la cara Norte de la Cordillera del Bálsamo. Las fallas de dirección NW-SE cuando interaccionan con las de dirección E-W parecen controlar la ubicación de los centros eruptivos recientes (Lago de Ilopango, Boquerón, Laguna Caldera).

USO DEL SUELO.

San Salvador es una zona urbana densamente poblada, los asentamientos de población no se limitan a esta área llana, sino que al oeste, correspondiente a Nueva San Salvador, se extiende sobre los flancos del Boquerón con alturas hasta los 1000 msnm.

En los últimos años debido al gran aumento de la población el uso del suelo ha tenido un considerable cambio. Una investigación sobre el análisis de la vulnerabilidad en una cuenca del gran San Salvador refleja que para el año de 1949 el área de cubrimiento por infraestructura era muy bajo (13.5%), esta se ha incrementado en gran proporción para el año 2002 (61.5%); disminuyendo el área cubierta por Árboles de 42.0 % al 34.5 %, Cultivos Temporales del 43.2 % a 0.0 % y Cultivos Temporales con Árboles de Baja Cobertura de un 1 % a 0.0 %. Al contrario los Árboles e Infraestructura han aumentado de un 0.3% a 1.5% junto con Árboles y Pastos que tuvo un aumento en el área del 0.0% a 2.5%.

Actualmente mas de la mitad del área esta siendo ocupada por infraestructura, esto se puede observar mejor al comparar mapas del uso básico del suelo para la cuenca del arenal de Monserrat (zona sur de la capital) de los años 1949 y 2002, probablemente esta disminución de cobertura vegetal a través del tiempo, este generando islas de calor en zonas muy populosas dentro del área metropolitana. (Ver mapas 2 y 3 anexo III).

También del mapa actual de uso de suelo para la zona metropolitana y sus alrededores, (mapa 4, anexo III) se puede observar al norte, noroeste y al este de la ciudad de San Salvador siembras de cultivos anuales (Caña de azúcar, pastos y granos básicos) los que en época de cosecha ó antes de las siembras son quemados sus rastrojos, produciéndose una atmósfera enrarecida por fuentes de contaminación local la cual es arrastrada hacia la capital por flujos de viento del norte y del este. Este fenómeno se presenta por lo general en la estación seca (de noviembre a marzo).

Clasificación Climática

El clima del área metropolitana de San Salvador pertenece a la región climática de los trópicos semihúmedos. La región donde se ubica la ciudad se puede zonificar climáticamente según dos criterios como se ve en el cuadro 1. La mayor parte de la zona de estudio esta ubicada en la región de tipo sabana tropical caliente o bosque húmedo subtropical con temperaturas mayores a los 24 °C.

Cuadro 1: Zonificación climática de San Salvador según Koppen-Sapper-Laurer y Holdridge.

Elevación	Estación	Zonificación climática según Koppen,Sapper y Laurer	Región climática según Holdridge
0 – 800 m.s.n.m	San Salvador Ilopango Soyapango	Sabana Tropical Caliente ó Tierra Caliente	Bosque húmedo subtropical, transición a tropical “ (con biotemperatura > 24 °C)
800 - 1200 m.s.n.m.	SantaTecla	Sabana tropical calurosa ó tierra templada	Bosque húmedo subtropical “ (con biotemperatura y temperatura del aire, medio anuales < 24 °C)

Nota: m.s.n.m.: metros sobre el nivel del mar.

CARACTERISTICAS CLIMÁTICAS DE GRAN ESCALA.

En la región tropical donde se ubica El Salvador en América central, los cambios térmicos de una estación a otra son pequeños, por el contrario el régimen de las lluvias se modifica por cambios en la posición e intensidad de varios sistemas de masas de aire, como los frentes fríos, ondas tropicales, huracanes, Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), bajas y altas presiones, vaguadas y dorsales estacionales. La mayoría de estos también se desplazan con el movimiento aparente del Sol, por ejemplo, durante el verano del Hemisferio Norte la ZCIT se ha movido hacia el Norte del Ecuador sobre Centro América, provocando en algunos meses como junio y septiembre precipitaciones intensas y prolongadas, conocidas como “temporales”, las que incrementan los caudales de los ríos.

Un factor que también condiciona el clima es la orografía, debido a que la cadena montañosa en la zona norte de El Salvador, origina que buena parte del país se localice a sotavento (atrás), del viento del Este proveniente del Caribe (Alisio), disminuyendo la inyección de humedad desde el Caribe en la estación seca, por ello las lluvias disminuyen mucho más comparadas con los países que tienen costas en la vertiente del Caribe.

Se reconoce sobre el país un régimen de lluvia con una estación seca entre noviembre y abril, donde marzo y abril son los meses más calurosos pues en la atmósfera hay masas de aire de sistemas de alta presión, con poca mezcla que hace que se incremente la inversión térmica cerca de la superficie de la tierra. Luego se presenta la estación lluviosa (mayo a octubre), ocurriendo durante julio y/o agosto una “canícula” en el cual la lluvia disminuye significativamente, en abril se presenta la transición de la época seca a la lluviosa y en noviembre la transición inversa; iniciando las lluvias al oeste del territorio y luego en el este.

El comportamiento de las lluvias es bimodal, observándose el máximo de lluvias en el mes de septiembre y el segundo máximo en junio, asociados estos a la presencia sobre la región de masas de aire de sistemas de baja presión incluida la Zona de Convergencia Intertropical que provoca la mayor frecuencia de Temporales que pueden presentarse, mientras que la Canícula se inicia con mayor frecuencia en los primeros diez días de julio (primera década) o en la primera década de agosto, afectando en especial la zona oriental del país, tales

períodos secos pueden durar 10 días cada año y más de 15 días cada 3 a 4 años, aunque los períodos secos más extremos se han detectado en los noventa, asociados al fenómeno de El Niño.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS.

Para realizar el estudio de las características climáticas del área metropolitana del gran San Salvador se estudió el comportamiento mensual y la oscilación diaria de las principales variables meteorológicas a través del año en cuatro estaciones meteorológicas representativas de la zona, observando en el cuadro 2 la ubicación geográfica que presentan y mostrándose por medio de un triángulo en el mapa 1 del anexo III:

Cuadro 2: Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en estudio.

Índice	Estación meteorológica	Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación m.s.n.m.
S-5	San Salvador ITIC	13° 43.3	89° 12.4	710
S-10	Aeropuerto de Ilopango	13° 41.9	89° 07.1	615
S-27	Estación Matriz, Soyapango	13° 41.3	89° 08.6	650
L-8	Santa Tecla	13° 41.2	89° 17.3	965

El mapa 5 del anexo III muestra la ubicación de las estaciones sobre un mapa cartográfico, observando que las estaciones Santa Tecla y Soyapango se ubican cerca de áreas boscosas, mientras que la estación San Salvador ITIC esta dentro de la Universidad de El Salvador y cuenta con jardines y áreas verdes, mientras que la estación Aeropuerto de Ilopango se ubica al costado oriente de la pista de aterrizaje de la Fuerza Aérea de El Salvador, con vegetación arbustiva y construcciones en los alrededores.

El Cuadro 3 muestra los años de registro para cada variable meteorológica en estudio de cada estación. Los registros de las variables meteorológicas para estudiar la oscilación diaria consisten de 3 mediciones durante el día, la primera se hacen a las 07:00 horas locales, la segunda se hace a las 14:00 horas y la última a la 21:00 horas.

Cuadro 3: Serie de registros de cada estación meteorológica.

Estación	Lluvia anual (mm)	Temperatura Media, max, min, (°C)	Humedad Relativa (%)	Radiación global (cal/cm ² /día)	Viento (km/h)	Luz solar (horas)	Nubosidad (décimas)	Presión Atmosférica (milibares)
San Salvador ITIC	1751	23.1 31.0 18.1	72	420.8	7.4	8.2	5.0	933.5
Aeropuerto de Ilopango	1709	23.7 30.6 18.7	76	No hay instrumento	10.8	8.2	5.5	943.1
Estación Matriz, Soyapango	1841	23.6 30.3 18.4	74	447.2	5.5	7.8	6.9	No hay instrumento
Santa Tecla	1829	20.3 29.0 15.6	79	No hay instrumento	8.8	7.7	6.0	No hay instrumento

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLES METEOROLÓGICAS

COMPORTAMIENTO DE LA LLUVIA.

Se analizaron datos climatológicos con diferentes series de años que estaban disponibles, en promedio 20 años (cuadro 1, anexo IV), de estas series de datos se calcularon promedios mensuales para cada mes en particular.

Para la variable lluvia se realizaron gráficos del comportamiento mensual y las oscilaciones diarias que se presentan durante todo el año para las cuatro estaciones meteorológicas, Santa Tecla, San Salvador, Soyapango e Ilopango (figuras 1 a 4 anexo II) esta variable se combino con las estaciones que registran humedad relativa para poder visualizar el comportamiento de las dos variables en conjunto.

El comportamiento bimodal de la época lluviosa entre mayo y octubre es difícil de observar en las 4 estaciones meteorológicas, aparece un máximo claro de precipitación en septiembre y otro de menor magnitud que se registra en julio, con excepción de soyapango que se registra en junio, la canícula es leve y no se aprecia con claridad, por el contrario la cantidad de lluvia en julio es mayor al mes de junio en las estaciones de Santa Tecla, San Salvador e Ilopango.

Con respecto a la oscilación diaria de la lluvia durante el año se puede observar en las Figuras 5 a 8 del anexo II, que en horas de la noche y en la madrugada es el período donde llueve con respecto a las horas de la tarde o la mañana, excepto el mes de julio donde la mayor cantidad de lluvia se registra durante la tarde en Santa Tecla y Soyapango. La mayor probabilidad de lluvias en horas nocturnas están relacionados con el movimiento de las masas de aire húmedas provenientes del Caribe que viajan en el flujo horizontal (viento alisio) y cruzan El Salvador dejando lluvias sobre la mayor parte del territorio.

COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA

Se puede observar (figuras 9 a 12, anexo II) que la temperatura media seca y húmeda tiende a incrementarse entre los meses de marzo y mayo, sobrepasando los 20.0 °C, para todas las estaciones en estudio, con respecto a las temperaturas extremas (máxima y mínima) se observan que los registros de las temperaturas mínimas son los más bajos en los primeros meses del año (< 17 °C) asociadas a la presencia de masas de aire frío y seco provenientes de Norte América, incluidos los frentes fríos. Las temperaturas máximas alcanzan los valores más altos (> 30 °C) entre los meses de marzo y abril debido a que en esa época las masas de aire que invaden El Salvador son de sistemas de alta presión, disminuyendo la mezcla vertical y aumentando la inversión térmica cerca de superficie, el promedio mayor de temperatura máxima se registra en la estación de San Salvador ITIC con un valor medio mensual de 31.0 °C.

Con respecto a la oscilación diaria de la temperatura (figuras 13 a 16, anexo II) se concluye que el rango de variación entre las temperaturas de la noche y la mañana es mayor en los

meses de la época seca, los promedios de temperatura extrema para San Salvador ITIC, fluctúan entre 33.2 °C y 18.8 °C, con un rango de 14 °C, en el mes más cálido (abril) por lo que es en los meses de marzo y abril es donde se presenta más la inversión térmica durante el día. Esto se asocia a cielos despejados, la radiación solar aumenta el calor de la superficie del suelo durante ese tiempo. Al contrario de la época lluviosa, en donde las variaciones de temperatura durante el día son menores, en un rango de menos de 9 °C.

El promedio anual de temperatura para San Salvador ITIC es de 23.1 °C, oscilando entre 24.5 °C para abril y 22.1 °C para diciembre.

COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD RELATIVA

En las figuras (1 a 4, anexo II) se observa que la humedad relativa tiende a incrementarse en los meses de la estación lluviosa (>80 %) y a disminuir en la estación seca (< 65 %), siendo los rangos de variación entre ambas épocas hasta del 20%. Solo Santa Tecla muestra el rango de variación más pequeño durante el año de menos del 15 %, debido a que la estación se ubica aun entre porciones importantes de vegetación de las faldas del volcán de San Salvador y la cordillera del Bálsamo.

La variación de la humedad relativa durante el día (figura 17 a 20, anexo II) presenta en su distribución, los mínimos en las horas de mayor calentamiento entre las doce y las catorce horas en todos los meses del año con promedios por debajo de 45 % para los meses de la época seca, tal comportamiento se origina por la mañana cuando la brisa de tierra desplaza el aire desde la tierra hacia el océano y durante la época lluviosa también hay un ascenso del aire que deja la superficie de la tierra sin humedad alrededor del mediodía. Lo contrario sucede con los valores máximos de humedad que se presentan a partir de la media noche hasta el amanecer sobrepasando el 80 %, relacionado con la concentración de humedad en la superficie luego de que en horas de la tarde la brisa marina transporta humedad de la costa pacífica agregando el flujo horizontal proveniente desde El Caribe, de igual forma la lluvias de preferencia en la noche o madrugada saturan el aire de humedad.

El promedio mínimo para San Salvador es de 46 % el mes de febrero y el máximo es de 96 % en el mes de septiembre.

COMPORTAMIENTO DE LA RADIACIÓN, LUZ SOLAR Y NUBOSIDAD

El comportamiento de la radiación solar para la zona de Soyapango (figura 31, anexo II) refleja un aumento para los meses de la estación seca, el máximo promedio se da en marzo y sobrepasa las 560 Cal/cm²/mes, el mínimo promedio se dan en la estación lluviosa en el mes de octubre el cual alcanza las 342 Cal/cm²/mes en la misma estación.

La luz solar esta asociada con la nubosidad (figuras 21 a 24, anexo II) cuando la nubosidad es escasa aumenta la luz solar, lo contrario cuando aparecen nubes en el cielo, la cantidad de luz solar es menor. En los meses de la época seca hay un aumento en la cantidad de horas de luz solar, con cielos despejados, alta radiación solar y vientos fríos y secos, al contrario de la época lluviosa en que la nubosidad aumenta, ocasionando lluvias moderadas y las horas de luz solar disminuyen. En el mes de marzo podemos observar más horas de

luz solar y menos nubosidad, contrario a septiembre y junio donde hay mas nubosidad y menos luz solar, esto coincide con la presencia de bajas presiones, la Zona de Convergencia Intertropical y mucha lluvia.

Las figuras (25 a 28, anexo II) se muestra tres mediciones de nubosidad durante el día y se observa como la nubosidad va aumentando en el año, tendiendo a disminuir cuando comienza la estación seca y a aumentar en la estación lluviosa, el mes con mayor nubosidad es septiembre alcanzando hasta nueve decimos de la bóveda celeste cubierta de nubes, las horas de la noche son las que presentan mayor cantidad de nubes durante el período de lluvias, al contrario de la estación seca en que las horas de la tarde son las de mayor nubosidad aunque cubriendo la bóveda celeste en menos de 4 décimas.

COMPORTAMIENTO DEL VIENTO

Se puede observar que el valle de San Salvador y Santa Tecla se encuentra rodeada al Sur por la cordillera del bálsamo, al oeste por el volcán de San Salvador y al Norte por algunos cerros de menor altura, lo cual hace de este valle una zona con un comportamiento de viento variable por sector, también estas característica topográficas de el AMSS, tiene una influencia directa en el comportamiento de los vientos en superficie.

Se utilizaron datos promedios mensuales para determinar la velocidad de los vientos, en el caso de los rumbos se determinaron los que mas predominio tienen en los diferentes meses del año. De los 12 mapas correspondientes a los 12 meses del año los rumbos dominantes de donde soplan los vientos varían entre vientos del Norte y del Sur. Durante los meses de octubre a marzo (mapas 6, 7, 8, 15, 16, 17, anexo III) en las 4 estaciones meteorológicas soplan vientos del Norte o del NorEste con velocidades medias arriba de los 9 Km/h.

Durante los meses de abril a septiembre, (mapas 9, 10, 11, 12, 13, 14, anexo III) en el período en que se registran lluvias los rumbos son variables en cada estación, siendo predominantes del Sur en las estaciones de Soyapango y Aeropuerto de Ilopango, asociado a la brisa marina que ingresa desde la costa hacia la cordillera al sur del lago de Ilopango, por el contrario en la estación de Santa Tecla el viento que ingresa desde el Volcán de San Salvador induce un flujo local del viento desde el Norte, en el mismo período la velocidad media del viento es menor a los 9 Km/h.

Por lo general la brisa marina incursiona y remonta las montañas al sur del área metropolitana de San Salvador después del mediodía, llegando a la ciudad de San Salvador alrededor de las 14 horas.

Durante la estación seca las masas de aire provenientes de los sistemas de alta presión, acompañados de frentes fríos incursionan hacia Centro América provocando vientos “Nortes” que alcanzan velocidades máximas de 15 a 20 metros por segundo, y a veces pueden prolongarse durante varios días. También el paso sobre San Salvador de tormentas eléctricas producen vientos fuertes (rachas) de corta duración (5 ó 10 minutos) con velocidades de entre 20 y 30 metros/seg.

Se adiciona al análisis el mapa de velocidad media y rumbo dominante anual del viento (mapa 18, anexo III), en donde se observa que para la zona en estudio las velocidades medias son alrededor de los 8 km/hora, existiendo un predominio de la dirección del viento con componente Norte.

COMPORTAMIENTO DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

La distribución en el tiempo de la presión atmosférica se muestra en la figura 30 del anexo II, observando una tendencia como la presión atmosférica tiende a disminuir a partir de mayo hasta octubre, con aumentos significativos en julio y/o agosto debido a la influencia de altas presiones migratorias que son causantes del período canicular.

Existe una clara disminución de la presión atmosférica en el área metropolitana de San Salvador durante la estación lluviosa. Todo lo contrario sucede durante la estación seca donde la presión se mantiene alta originada por las masas de aire de sistemas de alta presión que se ubican sobre el país, disminuye la nubosidad y los días con lluvia y aumentan los días solitarios y calidos.

Para la zona de San Salvador en el mes de septiembre se presentan los valores de presión atmosférica mas bajos (932.8 mb) asociados a sistemas de bajas presiones y al acercamiento la de la Zona de Convergencia intertropical (ZCIT), mientras que en enero los mas altos (934.1 mb) asociados a la incursión de masas de aire provenientes de sistemas de alta presión acompañadas de frentes fríos.

La oscilación de la presión atmosférica durante el día (figura 31, anexo II) presenta valores de menor presión atmosférica durante las tardes comparado a las mañanas, esto se relaciona con el fenómeno conocido como marea barométrica, donde hay una oscilación de la presión a nivel local originada por los calentamientos y enfriamiento de la superficie terrestre en horas de la tarde que origina que el aire sea menos denso y ascienda, generando a su vez un “vacío” o baja presión térmica, lo contrario sucede en la noche donde el enfriamiento de la superficie de la tierra desarrolla una alta presión relativa al resto del ambiente que la rodea.

Durante la tarde al desarrollarse los sistemas de baja presión relativa en la época lluviosa donde el aire se satura de humedad es muy probable la formación de tormentas eléctricas que precipitan al final de la tarde y en la noche.

ESTIMACION DE LA VARIACION DIURNA (HORARIA) DE LAS VARIABLES CLIMATICAS.

Para la zona metropolitana de San Salvador se analizó el comportamiento hora en hora (ciclo diurno) de las variables climáticas mas importantes que pueden influir en la permanencia de los contaminantes atmosféricos, para ver si estas variables presentan una relación entre si, se realizaron gráficos para la estación seca (de noviembre a abril) caracterizada por bajo contenido de humedad y sistemas de altas presiones y la lluviosa (de mayo a octubre) caracterizada por altos contenidos de humedad y sistemas de bajas presiones, estas estaciones climáticas están definidas claramente para El Salvador.

Como se aprecia en la figura 32 del anexo III, el ciclo diurno de la temperatura en la estación seca presenta un mayor rango entre la menor y la mayor temperatura durante el día (11.1 °C), al contrario de la estación lluviosa en que el rango se acorta (9.4 °C). esto significa temperaturas mas bajas por las noches y mas altas por el día, en la estación seca

Al contrario el ciclo diurno de la humedad relativa presenta valores mayores en horas nocturnas y menores por las tardes, en la estación seca se presentan valores menores durante el ciclo diurno , alcanzando valores de 40 % en horas de la tarde, se observa una diferencia bien establecida entre las dos estaciones (Figura 33, anexo III).

Las máximas cantidades de lluvia en la estación lluviosa se dan entre la 21:00 y las 22:00 horas, con valores mayores en la estación lluviosa los meses, al contrario de la estación seca en donde las lluvias son débiles y escasas y también se presentan en horas nocturnas. (Figuras 34, anexo III).

La velocidad horizontal del viento en superficie es variable y tiende a incrementarse en horas diurnas, debido al efecto de la brisa marina después del mediodía, se observa una marcada diferencia entre la estación seca y la lluviosa, siendo mayor el ciclo diurno en la estación lluviosa.

En la estación seca durante los meses de noviembre a febrero predomina el flujo de viento del norte, en cambio en los meses de marzo y abril se presentan velocidades menores por la noche y mayores por las tardes con rumbos del sur y suroeste. En la estación lluviosa es en el mes de mayo donde se presenta el mismo comportamiento (Figuras 35, 36, 37, anexo III).

Los meses que presentan mayor turbidez en la atmósfera son los meses de marzo y abril en la estación seca, en cambio en la estación lluviosa, puede ser julio ó agosto, dependiendo cuando se presente la canícula, se observa en estos meses patrones similares de comportamiento en las variables temperatura, humedad relativa y viento, en horas matutinas el viento en superficie es débil el cual podría estar asociado a nortes ó brisa de tierra (< 4.0 km/hora), la temperatura oscila entre los 18 y 21 °C y la humedad relativa es menor que el 80 %, las lluvias tienden a ser escasas. (Figuras 38, 39, 40, anexo III). El comportamiento de estas variables en horas nocturnas es determinante para la permanencia de los contaminantes atmosféricos durante el día, se observa sobre la zona metropolitana de San Salvador mucha bruma en esa época del año.

COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES CLIMATICAS.

Se analizó el comportamiento de las principales variables climáticas medias anuales para el periodo 1970-2001, en la estación de Ilopango, en el caso de la precipitación fue bastante fluctuante, se observa una tendencia a disminuir en años niños y a aumentar en años niñas, (diferencia de 11.2 mm) al contrario de la humedad relativa que se mantiene con pocas fluctuaciones en un rango intermedio entre 74 y 77 %, para la temperatura se observa una tendencia a aumentar en el periodo analizado, (diferencia de 8 °C) lo cual podría estar asociado a la pérdida de cobertura vegetal debido al incremento de núcleos poblacionales en San Salvador y sus alrededores, generándose islas de calor en los lugares más densamente poblados (Figura 45, anexo II).

CONCLUSIONES DE CAPITULO.

La permanencia de contaminantes sobre San Salvador son determinados por el comportamiento de las variables climáticas, las barreras orográficas que rodean la ciudad, la cercanía de la costa pacífica y la posición geográfica de la ciudad (Latitud y longitud), durante la estación seca (noviembre a marzo) y la transición seca lluviosa (abril) el comportamiento de las variables meteorológicas estudiadas para la zona de San Salvador es influenciado por las masas de aire frío, la incursión de los frentes fríos y los sistemas de altas presiones. Es en esta época cuando los rangos de presión atmosférica durante el día aumentan, asociado a la presencia de masas de aire frío, la que provoca cielos con nubosidad escasa, una disminución de la humedad relativa y una radiación solar intensa.

Al analizar el comportamiento de las variables climáticas en superficie podemos observar que durante la época seca la temperatura disminuye por la persistencia de las masas de aire polar y tiende a irse incrementando en los meses de marzo, abril y mayo, por la presencia de alta subsidencia de aire que despeja el cielo de nubes, siendo el mes de abril el que registra las máximas temperaturas y la mayor variación diurna, durante estos meses la acumulación de bruma es mayor, el cielo se pone rojizo debido posiblemente a una gran cantidad de partículas grandes suspendidas en la atmósfera.

En los siguientes meses comienza a disminuir debido a la invasión de masa de aire húmedo que provienen de los océanos, en este periodo se forma mayor cantidad de nubes la que produce chubascos por las tardes y la noche, la mayor cantidad de tormentas se presentan en horas nocturnas entre las 21:00 y las 22:00 horas, entre el mes de julio y agosto la temperatura tiende a aumentar y las lluvias disminuyen debido a la presencia de sistemas de alta presión, en el mes de julio se da la mayor variación diurna de la temperatura, a medida se avanza en los meses del año, vuelve a disminuir la temperatura y las lluvias se incrementan debido a la presencia de sistemas de bajas presiones, como depresiones y tormentas tropicales.

Entre noviembre y enero cuando la frecuencia e intensidad de los frentes fríos es alta, en San Salvador los vientos son de dirección Norte con velocidades medias que alcanzan los 9 km/hora, aunque en el ciclo diurno el rumbo del viento es del norte por las mañanas y por las noche y del sur por las tardes, debido a la influencia de la brisa marina después del mediodía, ocasionalmente los frentes producen ráfagas instantáneas hasta de 60 Km./ hora, durante la cual la atmósfera es limpiada de contaminantes. En los meses de marzo y abril la velocidad del viento es débil en la madrugada y se incrementa por las tardes, con rumbo del sur, en estos meses es cuando se da la mayor cantidad de inversiones térmicas.

Se puede afirmar que en el ciclo diurno, existe una estrecha relación en el comportamiento de las variables climáticas en superficie, cuando por las noches la temperatura es menor que 20 °C, la humedad relativa es menor que 80 %, no hay lluvias significativas y el viento es menor que 4 km/hora, son condiciones adecuadas para que se presente una inversión térmica.

Al analizar las principales variables climáticas durante un periodo de tiempo prolongado, se puede observar que la temperatura tiende a incrementarse (8 °C) y la lluvia a disminuir levemente (11 mm), en el caso de la temperatura, podría estar influenciado por el incremento de la población, los complejos habitacionales y la disminución de la cobertura vegetal.

ANEXOS DE CAPITULO V

ANEXO I

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA ASPECTOS METEOROLÓGICOS

El viento, la humedad, la inversión y las precipitaciones tienen un papel importante en el aumento o disminución de la contaminación. El viento generalmente favorece la difusión de los contaminantes ya que desplaza las masas de aire en función de la presión y la temperatura. El efecto que puede causar el viento depende de los accidentes del terreno o incluso de la configuración de los edificios en las zonas urbanizadas. Al contrario del viento, la humedad juega un papel negativo en la evolución de los contaminantes ya que favorece la acumulación de humos y polvo. Por otra parte, el vapor de agua puede reaccionar con ciertos aniones aumentando la agresividad de los mismos, por ejemplo el trióxido de azufre en presencia de vapor de agua se transforma en ácido sulfúrico, lo mismo ocurre con los cloruros y los fluoruros para dar ácido clorhídrico y fluorhídrico respectivamente.

<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/atmosfera.html>

Altas temperaturas favorecen la contaminación

Las condiciones meteorológicas y topográficas adversas desempeñan un papel importante en los altos niveles de contaminación que se observan en muchos centros urbanos de América Latina. Por ello, cita que las elevadas temperaturas del ambiente en Brasil y México causan emisiones por evaporación más altas que los vehículos automotores, y la variación solar favorece la formación de ozono como contaminante secundario

<http://csf.colorado.edu/mail/elan/dec97/0094.html>

Principios del transporte y dispersión

El transporte y dispersión de contaminantes del aire ambiental están influenciados por complejos factores. Las variaciones globales y regionales del clima y las condiciones topográficas locales afectan el transporte y dispersión de los contaminantes. En una escala mundial, las variaciones del clima influyen sobre el movimiento de los contaminantes. Por ejemplo, la dirección predominante de los vientos en Centroamérica y norte de Sudamérica es de este a oeste y en Norteamérica y sur de Sudamérica es de oeste a este. En un nivel más local, los principales factores del transporte y dispersión son el viento y la estabilidad.

INVERSION TERMICA

Generalmente, cuando el aire más caliente está por encima del aire frío se presentan condiciones atmosféricas estables, de ese modo se inhibe la mezcla vertical. Esta condición se denomina inversión térmica. Cuando hay una ligera mezcla vertical o no hay mezcla, los contaminantes permanecen en la zona baja y tienden a aparecer en concentraciones mayores.

http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/orienta/lecc6/lecc6_1.html

El problema que esto crea es impedir la dispersión vertical de los humos y de otros contaminantes enviados a la atmósfera por las industrias, calefacciones, motores de explosión, actividades urbanas etc.

Las causas que determinan la aparición de una inversión térmica son diversas, pero normalmente son causadas por uno de los siguientes procesos

- Superposición de masas de aire que se encuentran a diferentes temperaturas. Un ejemplo característico es el paso de un frente frío o cálido
- Alteración de una masa de aire que originalmente era homogénea, modificándose la estructura vertical de los niveles bajos de la atmósfera. Este caso es debido principalmente al enfriamiento de la superficie de la tierra durante la noche.

Por esto es frecuente la aparición de inversiones térmicas en el borde oriental de los anticiclones, es decir en la costa oeste de los continentes como Los Angeles. Santiago, Lisboa, El Cabo, presentan un alto número de inversiones térmicas a lo largo del año, agravado por un alto índice de polución existentes en estas macrociudades. Por otro lado, las precipitaciones en forma de agua o nieve tienen un efecto de limpieza del aire, pero evidentemente los contaminantes pasan a los suelos o a las aguas.

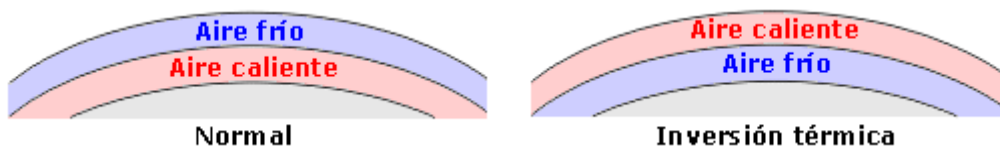
<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/atmosfera.html>

La dispersión de contaminantes de una fuente depende de la cantidad de turbulencia en la atmósfera cercana. La turbulencia puede ser creada por el movimiento horizontal y vertical de la atmósfera. El movimiento horizontal es lo que comúnmente se llama viento. La velocidad del viento puede afectar en gran medida la concentración de contaminantes en un área. Mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será la concentración de contaminantes. El viento diluye y dispersa rápidamente los contaminantes en el área circundante.

Otros factores meteorológicos básicos que afectan la concentración de contaminantes en el aire ambiental son:

- radiación solar
- precipitación
- humedad.

La dispersión y transporte de contaminantes pueden estar afectados por factores climáticos y geográficos. Un ejemplo es la inversión térmica. Como se mencionó anteriormente, la inversión térmica es una condición atmosférica causada por una interrupción del perfil normal de la temperatura de la atmósfera. La inversión térmica puede retener el ascenso y dispersión de los contaminantes de las capas más bajas de la atmósfera y causar un problema localizado de contaminación del aire. Los episodios que tuvieron lugar en Londres, Inglaterra, y Donora, Pennsylvania, fueron el resultado de inversiones térmicas.



http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/orienta/lecc6/lecc6_1.html

GOBIERNO DE CHILE
CONAMA
METROPOLITANA DE SANTIAGO
En la R.M.

Factores meteorológicos y contaminación atmosférica.

Durante el período otoño-invierno las características climáticas de la cuenca de Santiago presentan en general, condiciones desfavorables para la dispersión de contaminantes, lo que se ve potenciado por su topografía.

Hasta hace poco, se asociaba a los episodios de contaminación atmosférica la presencia en la región de inversiones térmicas de subsidencia y radiativa. Ambos son fenómenos que impiden la adecuada dispersión de los contaminantes y aunque varían según la época del año, siempre están presentes en la región.

En 1994 se logró establecer que existían 2 tipos de configuraciones meteorológicas que están íntimamente ligadas con la presencia de emergencias ambientales. Son lo que se denomina episodios tipo A y BPF.

Tipos de episodios

Configuración de tipo A:

Se caracteriza por la entrada de altas presiones y temperaturas en altura (dorsal cálida) en la tropósfera media y sobre la zona central, que reemplaza a una vaguada en altura (lo contrario a una dorsal, área de bajas presiones y temperaturas) cuyo eje presenta normalmente una orientación noroeste-sureste.

Sincronizado a esta condición de altura se produce a niveles bajos la formación de una vaguada costera entre un centro de altas presiones frío al otro lado de la cordillera de Los Andes en sector argentino (alta fría migratoria) y un centro de altas presiones sobre el pacífico (subtropical). Estos dos sistemas de altas presiones obstaculizan el desplazamiento de la dorsal y la vaguada, las que se mueven desde el norte hacia el sur. Toda esta configuración además produce en la superficie viento del este, es decir, desde la cordillera de Los Andes hacia la costa. Esto provoca que los máximos de concentración de PM10 se den en el poniente de la cuenca (Pudahuel, Cerro Navia, Lo Prado).

Durante estos días se puede apreciar cielos despejados y alta variación de temperatura: días cálidos y noches heladas. Esta clase de episodio frecuentemente termina con la entrada de aire costero.

Configuración de tipo BPF:

A diferencia del episodio A, este se caracteriza por la presencia de una vaguada costera en la tropósfera media (6 a 7 km de altura), acompañando a un sistema frontal débil u ocluido, que pierde energía a medida que se aproxima a la cuenca de Santiago.

En la configuración BPF se distingue un centro de baja presión al este de la Cordillera de Los Andes y una alta fría migratoria desplazada sobre el Atlántico. Esta condición está normalmente asociada a una cobertura nubosa prefrontal del tipo media y alta, y bajo factor de ventilación.

Episodios Múltiples o mixtos:

Ocurren cuando se alternan los episodios de tipo A y BPF con períodos intermedios del orden de 24 horas. Generalmente los episodios mixtos comienzan con una configuración del Tipo A seguida de una Tipo BPF.

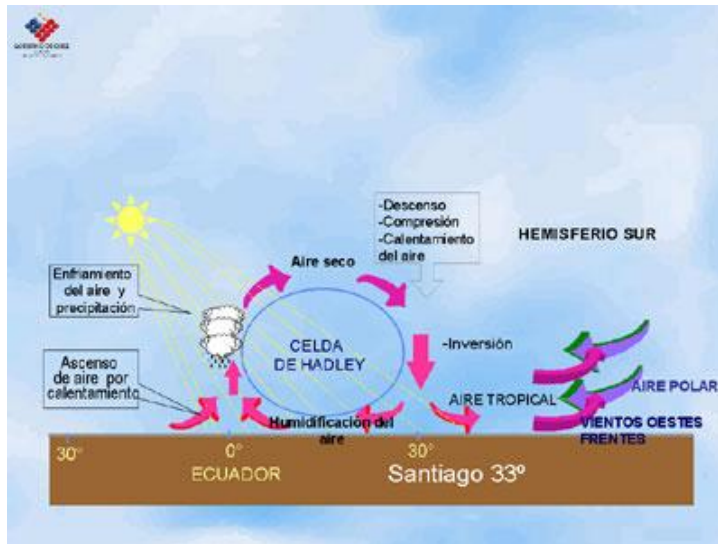
Condiciones meteorológicas y dispersión de contaminantes

Condiciones de ventilación y dispersión	Factores meteorológicos asociados
Favorables	Pasos de sistemas frontales activos, precipitaciones y ausencia de inversión térmica de subsidencia. Condiciones de inestabilidad post frontal, Paso de frentes de regular actividad o de núcleos fríos en altura. Advecciones intensas de aire marino saturado en agua (desplazamiento de masas de aire desde la costa al valle central).
Regulares	Alta Subtropical del Pacífico, Paso de sistemas frontales en altura. Advecciones débiles de aire costero.
Malas (episodios críticos de contaminación)	Configuraciones meteorológicas de tipo A, BPF o mixtas.

<http://www.conama.cl/rm/568/article-1117.html>

Un problema de latitud

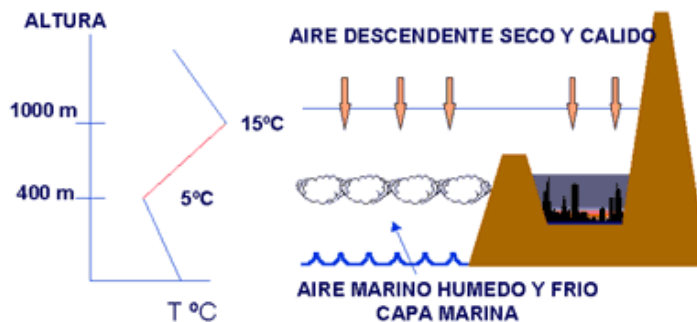
Es un hecho conocido por los meteorólogos que en las latitudes medias, es decir, entre los trópicos y los círculos polares existe un fenómeno llamado inversión térmica de subsidencia, esto es, masas de aire que tienden a moverse hacia el suelo y que ejercen una presión hacia la superficie. En el caso de Santiago, estas masas de aire funcionan como un émbolo que aprisiona a los contaminantes impidiendo su dispersión.



(Imagen: Conama RM)

En el Ecuador (línea que divide a la Tierra en dos mitades) las altas temperaturas permiten una rápida y constante evaporación del agua, lo que genera grandes nubes llamadas cúmulo nimbo que llegan a gran altura. Precipitan durante las horas de la tarde en esas regiones y luego las corrientes de aire las transportan hacia las zonas de latitudes medias en forma de aire caliente y seco, dando forma a la inversión térmica de subsidencia.

Por ejemplo, las corrientes de aire cálidas y secas que producen la inversión térmica son arrastradas desde las zonas tropicales por las diferencias de presión que se dan en el planeta. Esto, porque el viento se desplaza desde zonas de altas presiones hacia zonas de bajas presiones a una velocidad proporcional a la diferencia de presión atmosférica.



Este fenómeno actúa como un émbolo aprisionando la masa de aire contra la superficie de la tierra, produciéndose la concentración de los contaminantes en el valle. (Imagen: Conama RM)

¿Qué fenómenos atmosféricos influyen directamente en la calidad del aire?

Tenemos, por una parte, las vaguadas costeras que se desarrollan en la zona inferior de la Troposfera y tienen dimensiones de varios cientos de kilómetros, produciendo un reforzamiento de la inversión térmica y generando pequeños vientos desde el Este, transportando los contaminantes desde las zonas altas del valle hacia la explanada (zona sur y poniente), por la otra, las dorsales cálidas en altura que producen el mismo efecto, pero se desarrollan en la parte superior de la troposfera, son de forma alargada y tienen dimensiones de varios miles de kilómetros: (Arica a Puerto Montt).

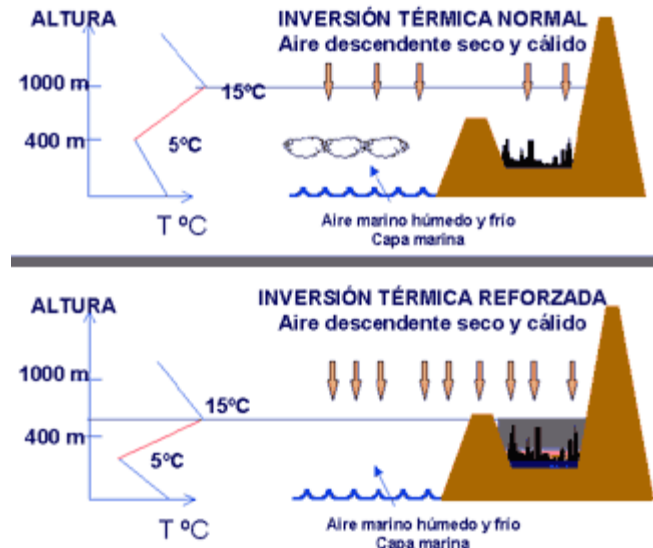


El ingreso de la vaguada sobre el valle provoca: Reforzamiento de la inversión térmica. Disminuye la humedad del aire. Genera viento del Este que provoca acumulación en el sector poniente del valle de Santiago. (Imagen: Conama RM)

Si bien estos fenómenos refuerzan la inversión térmica, es muy importante notar que dependiendo de la altura en que se produzcan, energía, velocidad y de la forma que tengan serán los efectos que provocarán sobre el valle. Por ejemplo, cuando una vaguada costera termina de pasar por el valle, su "cola" trae consigo vientos del Oeste que pueden ayudar a renovar las masas de aire de la cuenca, limpiando la atmósfera de la ciudad.



El término del paso de la vaguada sobre el valle provoca: Ingreso de nubosidad costera hacia el valle. Disminuye la temperatura. Genera viento del Oeste. Disminuye los contaminantes al renovarse el aire. (Imagen: Conama RM)



¿Qué provoca una dorsal cálida en altura? Produce movimientos de descenso de masas de aire. El aire al descender, se calienta al ir pasando por áreas de mayor presión Produce una intensificación de la inversión térmica cerca de la superficie actuando como un embolo o tapa. (Imagen: Conama RM)

Asimismo, existen otros fenómenos atmosféricos y geográficos que producen aquellos que provocan tantos problemas a la ciudadanía de nuestra capital. Estos son el Anticiclón del Pacífico, la corriente de Humboldt, la topografía de la cuenca de Santiago, la cordillera de la Costa y la cordillera de los Andes.

http://www.sectra.cl/noticias/DetalleNoticia_frm_ma.asp?cod_noticia=514

SIMAT

CIUDAD DE MÉXICO

“Informe de la Calidad del Aire y Tendencias 2001 para la ZMVM”

COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA ZMVM

ÉPOCAS CLIMÁTICAS EN LA ZMVM

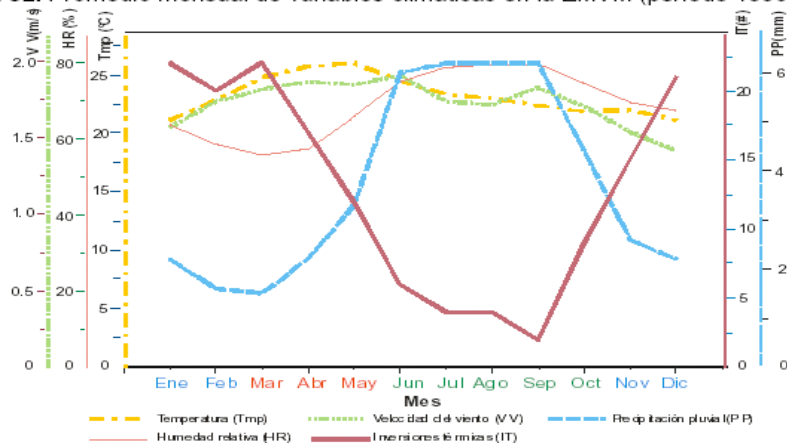
El clima en la ZMVM es un factor que determina en mayor o menor medida el tiempo de permanencia y comportamiento de los contaminantes atmosféricos. Entre las variables que lo caracterizan destacan: la distancia entre una determinada región y una fuente de humedad (océanos, lagos y ríos), sus barreras orográficas, su altitud y latitud. En la ZMVM30

confluyen seis tipos de clima, los de mayor cobertura son el clima templado subhúmedo que ocupa el 63.6% de la metrópoli –región norte y centro–, el semifrío húmedo con el 18.0% –región sur– y el semiseco templado con 18.4% –región noreste- (INEGI, 2001).

Por la posición latitudinal del país, durante el invierno la ZMVM está afectada por masas de aire de tipo polar o de aire frío, que provienen del norte del continente; durante el verano la ZMVM está afectada por masas de aire de tipo tropical o de aire caliente, originados por la afluencia de aire tropical (normalmente húmedo) proveniente del Océano Pacífico, Mar Caribe y Golfo de México.

Es así como los sistemas meteorológicos predominantes definen claramente dos épocas climáticas en la ZMVM: la época de lluvias (de junio a octubre), caracterizada por aire marítimo con alto contenido de humedad y la época de secas (de noviembre a mayo), identificada por presentar bajo contenido de humedad; la transición entre ambas se refleja en el cambio de masas de aire, ya que en el mes de noviembre las masas de aire frío comienzan a desplazar a las masas de aire caliente, distinguiéndose dos subépocas en la época de secas (seca-fría –de noviembre a febrero– y seca-caliente –de marzo a mayo–).

Figura 32. Promedio mensual de variables climáticas en la ZMVM (período 1990–2001).



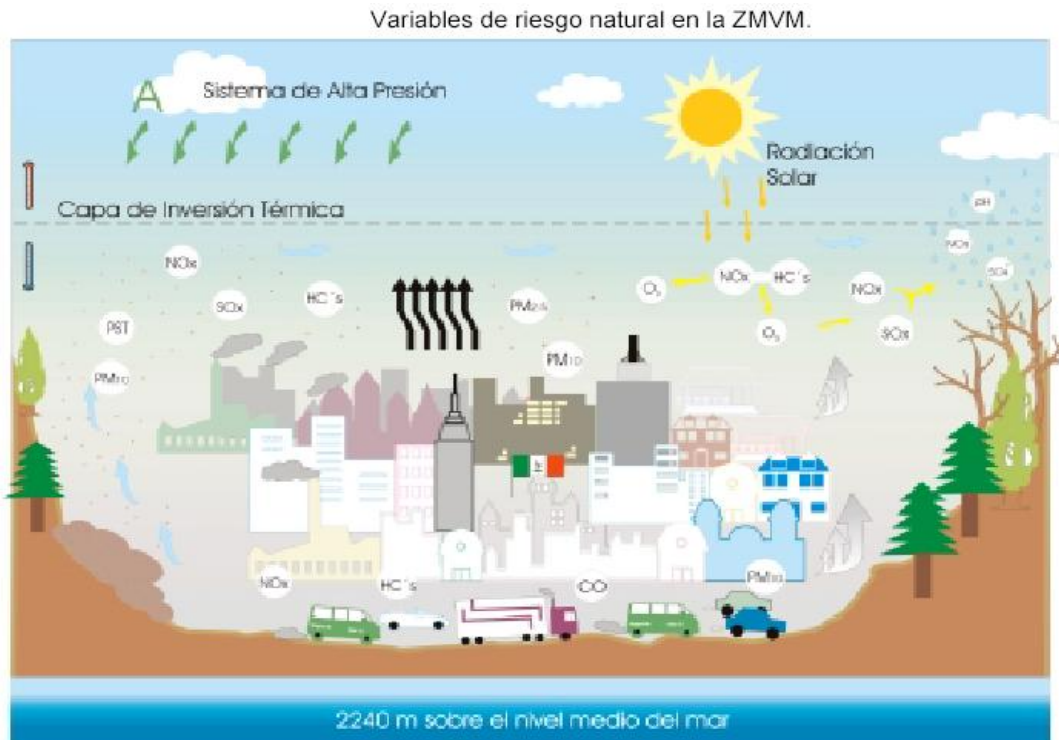
http://www.paot.org.mx/centro/libros/anual_aire2001/capitulo7.pdf

La capacidad de la ZMVM para soportar la carga de emisiones contaminantes, se relaciona directamente con sus características fisiográficas y climáticas, las cuales determinan los flujos atmosféricos y la dinámica de los contaminantes, de tal forma que pueden considerarse como variables de riesgo natural (Figura).

La expresión de estas características son: una atmósfera propicia para la formación de contaminantes fotoquímicos, debido a su altitud promedio (2,240 msnm) y latitud (19°N); alta incidencia de radiación solar; procesos estacionales con variaciones de temperatura en superficie que oscilan entre 12.5 y 20°C, con valores máximos en mayo y mínimos en enero; presencia de vientos ascendentes de circulación cerrada que originan el confinamiento de las masas de aire; estancamiento de contaminantes debido a la cadena montañosa circundante; presencia de sistemas meteorológicos de alta presión que generan estabilidad atmosférica debido a que la ZMVM se ubica en el centro del país; y la confluencia de 6 tipos de clima (GDF, 1997; INEGI, 2001).

Al evaluar el desempeño ambiental de las acciones de prevención y control para mejorar la calidad del aire, uno de los supuestos principales es que las variables del clima no presentan cambios anuales de consideración, además de que los indicadores permiten mitigar la

influencia de eventos climáticos, de tal forma que se puede inferir acerca del estado de la calidad del aire con las mediciones directas de un Sistema de Monitoreo Atmosférico. En el caso de la ZMVM, la humedad relativa, la temperatura ambiente y la velocidad del viento a lo largo del período 1990–2001 (Figura), tuvieron un comportamiento fluctuante y ligeramente descendente, principalmente la última de estas variables. Por su parte, la precipitación pluvial muestra cambios anuales de consideración, destacando 1992, 1995 y 1998 como los años de mayor precipitación pluvial. Sólo en el caso de inversiones térmicas se aprecia una disminución continua a lo largo de los últimos años.



http://www.paot.org.mx/centro/libros/anual_aire2001/capitulo1.pdf

GLOSARIO DE CAPITULO.

TERMINO	SIGNIFICADO
AGUACERO O CHUBASCO	Es la precipitación desde una nube de fuerte desarrollo vertical (convectiva), que se presenta y termina repentinamente. Se presenta en forma de lluvia, nieve o hielo.
AIRE	Mezcla de gases que conforman la atmósfera de la Tierra. Los gases que constituyen el aire seco más importantes son: Nitrógeno (N ₂) al 78.09%, Oxígeno (O ₂) al 20.946%, Argón (A) al 0.93% y Dióxido de carbono (CO ₂) al 0.33%. El vapor de agua (H ₂ O) es de los principales componentes del aire así como uno de los gases más importantes de la meteorología
ALISIOS	Son dos cinturones de viento que soplan desde los centros de alta presión subtropicales moviéndose hacia la zona de baja presión ecuatorial. Son vientos de poca altitud caracterizados por su consistencia en su dirección. En el hemisferio norte, los vientos alisios soplan desde el noreste y en el hemisferio sur los vientos alisios soplan desde el sureste.
<i>ALTA PRESION O ANTICICLÓN</i>	Área de presión máxima relativa que tiene vientos divergentes. En el hemisferio norte, estos vientos adoptan una rotación en el sentido de los punteros del reloj. En el hemisferio sur la rotación ocurre en contra del sentido del avance de los punteros del reloj. Un anticiclón también es conocido como un área de alta presión.
ATMÓSFERA	La porción gaseosa o de aire del medio ambiente físico que rodea al planeta. En el caso de la tierra, se mantiene más o menos cerca de la superficie gracias a la atracción de la fuerza de gravedad de la tierra. La atmósfera se divide en: Troposfera, Estratosfera, Mesosfera, Termosfera y Exosfera.
BRUMA	Conjunto de gotas microscópicas de agua suspendidas en la atmósfera. No reduce la visibilidad tanto como la neblina y muchas veces se le confunde con la llovizna.
<i>BAJA PRESIÓN O CICLÓN</i>	Área de presión de circulación cerrada con vientos rotativos y convergentes cuyo centro tiene presión mínima. La circulación gira en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y viceversa en el hemisferio sur. Se le conoce también como sistema de baja presión. También es el término usado para referirse a un ciclón tropical en el Océano Indico. Se puede usar este mismo término para referirse a otros fenómenos con flujos ciclónicos como las tormentas de polvo, tornados y sistemas tropicales y extratropicales.
CANÍCULA	Periodo de cinco ó más días secos, sin lluvia durante la estación lluviosa. Periodo entre julio o/y agosto) en que la actividad

	<p>lluviosa es frenada ó interrumpida por corrientes o masas de aire de alta presión subsidentes en la atmósfera superior.</p>
CLIMA	<p>Corresponde al promedio de los eventos meteorológicos que ocurren a diario en una región. Este récord histórico ayuda a caracterizar el comportamiento meteorológico de un área geográfica en el largo plazo. La palabra clima se deriva del griego KLIMA que significa inclinación y refleja la importancia que los estudiosos de la antigüedad atribuían a la influencia del sol.</p>
CONVECCIÓN	<p>Movimientos en un fluido que trasladan y mezclan las propiedades de éste. Es lo opuesto a la subsidencia cuando se usa para indicar movimiento de aire vertical y ascendente.</p>
DÉCIMAS DE BÓVEDA CELESTE	<p>Se considera la proyección de la bóveda celeste (del cielo) sobre un plano horizontal dividida imaginariamente en 10 sectores iguales llamados decimos de nubosidad</p>
ELEVACIÓN DE LA ESTACIÓN	<p>Distancia vertical sobre el promedio del nivel del mar que es el nivel de referencia de todas las medidas de presión atmosférica en esa estación meteorológica.</p>
ESTRATOCUMULUS	<p>Es una nube baja compuesta por capas o trozos de elementos de nubes. Puede formarse a partir de nubes cúmulos que van estratificándose. Generalmente aparecen formadas de elementos organizados como mosaicos, ser redondos o de forma circular con tope y base relativamente planos. Son de color gris oscuro o claro, dependiendo del tamaño de las gotas de agua y la cantidad de luz del sol que las atraviesa.</p>
FRENTE FRÍO	<p>Zona frontal de una masa de aire frío en movimiento que empuja aire más cálido a su paso. Generalmente, con el paso de un frente frío, disminuye la temperatura y la humedad, la presión aumenta y el viento cambia de dirección. La precipitación ocurre generalmente dentro o detrás del frente. En el caso de un sistema de desplazamiento rápido puede desarrollarse una línea de tormentas precediendo al frente.</p>
HUMEDAD RELATIVA	<p>Tipo de humedad que se basa en el cociente entre la presión actual del vapor del aire y la saturación de la presión del vapor. Usualmente se expresa en porcentajes.</p>
HUMEDAD RELATIVA	<p>Tipo de humedad que se basa en el cociente entre la presión actual del vapor del aire y la saturación de la presión del vapor. Usualmente se expresa en porcentajes.</p>
<i>HURACÁN</i>	<p>Es el nombre de un ciclón tropical con vientos sostenidos de 65 nudos (117 km/h) o más que se desarrolla en el Atlántico Norte, Mar Caribe, Golfo de México y al este del Pacífico Norte. Este mismo ciclón tropical es conocido como tifón en el Pacífico Occidental y como ciclón en el Océano Indico.</p>
INVERSIÓN	<p>Aumento con la altitud del valor de una variable atmosférica. Casi</p>

	siempre significa inversión de temperatura.
LATITUD	Líneas imaginarias paralelas que circundan el globo tanto al norte como al sur del ecuador que se registran como a cero grados (0). Los polos están ubicados a 90 grados de latitud Norte y Sur.
LLUVIA	Precipitación de partículas de agua líquida en forma de gotas de diámetro mayor de 0.5 mm. Si cae en una zona amplia, el tamaño de la gota puede ser menor. La intensidad de la lluvia se basa en el porcentaje de su caída. Muy liviana significa que las gotas no mojan la superficie.
LONGITUD	Lugar al este u oeste al que se le asigna cero (0) grados de longitud en referencia al meridiano de origen (Greenwich). La distancia entre las líneas imaginarias de longitud es mayor en el ecuador y menor en las latitudes altas, interceptándose todas en los polos.
LUZ SOLAR	Cantidad de horas de luz en el día. Intervalo de tiempo durante el cual la radiación solar alcanza una intensidad suficiente para crear sombras bien definidas. Tiempo que dura la claridad del Sol sobre el horizonte.
MAREA BAROMÉTRICA	Oscilación de la presión atmosférica durante el día a nivel de la estación.
MASA DE AIRE	Extensa porción de aire con características de temperatura y humedad similares en toda su extensión horizontal.
METEOROLOGÍA/ METEORÓLOGO	Ciencia y estudio de los fenómenos atmosféricos. Varias de las áreas que abarca la meteorología son por ejemplo: la agricultura, la aviación, la Hidr. meteorología y las meteorologías física, dinámica, operacional y sinóptica. Un meteorólogo es un científico que estudia la atmósfera y los fenómenos atmosféricos.
MILIBAR (MB)	Unidad de medida estándar para la presión atmosférica utilizada por el Servicio Nacional de Meteorología.. La presión estándar es de 1,013.25 milibares.
NORTES	Viento fuerte y frío de componente norte en varias partes del hemisferio Norte.
NUBES	Conjunto visible de gotitas de agua ó cristales de hielo que se encuentran flotando en la atmósfera.
NUBOSIDAD	Conjunto de características morfológicas, dimensionales, de color forma, origen y desarrollo de las nubes se considera también como la cantidad total de nubes en el cielo.
NÚCLEO DE CONDENSACIÓN	Partícula sobre la que se produce la condensación del vapor de agua existente en la atmósfera. Los núcleos se pueden presentar en estado sólido o líquido.
ONDAS DEL ESTE,	Son perturbaciones de las masas de aire cálido en forma de onda

ONDA TROPICAL	de diferentes amplitudes y longitud las cuales se trasladan del Este al Oeste generando tormentas eléctricas y lluvias en forma de chubascos y aguaceros.
PRECIPITACIÓN	Cualquier y todas las formas del agua, en estado líquido o sólido, que cae de las nubes hasta llegar a la tierra. Esto incluye la lluvia, llovizna, llovizna helada, lluvia helada, granizo, hielo granulado, nieve, granizo menudo y bolillas de nieve.
PRESIÓN A NIVEL DEL MAR	Es la presión atmosférica a nivel del mar, usualmente determinada por la presión de la estación en observación.
PRESIÓN ATMOSFÉRICA	Es la presión o el peso que ejerce la atmósfera en un punto determinado. La medición puede expresarse en varias unidades de medidas: hectopascales, en milibares, pulgadas o milímetros de mercurio (Hg). También se conoce como presión barométrica.
PRESIÓN ATMOSFÉRICA	Es la presión o el peso que ejerce la atmósfera en un punto determinado. La medición puede expresarse en varias unidades de medidas: hectopascales, en milibares, pulgadas o milímetros de mercurio (Hg). También se conoce como presión barométrica.
RADIACIÓN	Emisión o transferencia de energía en forma de ondas o partículas electromagnéticas. La radiación solar es la emitida por el sol y consiste en varios tipos de radiaciones como la radiación global que es la suma de la radiación solar directa y difusa proveniente de la bóveda celeste y es recibida sobre una superficie horizontal.
RÁFAGA	Es un aumento repentino y significativo en las fluctuaciones de la velocidad del viento. La velocidad punta del viento debe alcanzar por lo menos 16 nudos (30 km/h) y la variación entre los picos y la calma es de por lo menos 10 nudos (18 km/h). Generalmente la duración es menor de 20 segundos.
RUMBO	Dirección desde la que sopla el viento. Valor angular comprendido entre dos de las treinta y dos divisiones de la de la rosa de los vientos y que vale cada uno de ellos, 11° 15°.
SEQUÍA	Condición climática anormalmente seca en un área específica que se prolonga debido a la falta de agua y causa un serio desbalance hidrológico.
SISTEMAS DE ALTAS PRESIONES	Área de presión relativa máxima con vientos divergentes rotando en sentido opuesto a la rotación de la tierra. Se desplaza en sentido del reloj en el Hemisferio Norte y viceversa en el Hemisferio Sur. Conocido también como anticiclón, es lo opuesto a un área de baja presión o ciclón.
SISTEMAS DE ALTAS PRESIONES	Área de presión relativa mínima con vientos convergentes. Se desplaza en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y viceversa en el hemisferio sur. Conocido

	también como ciclón, es lo opuesto a un área de alta presión o anticiclón.
SUBSIDENCIA	Hundimiento o movimiento hacia abajo del aire observado casi siempre en anticiclones. El término se usa para indicar una situación opuesta a la convección atmosférica.
TEMPERATURA	Medida del movimiento molecular o el grado de calor de una sustancia. Se mide usando una escala arbitraria a partir del cero absoluto, donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Es también el grado de calor y de frío. En observaciones de la superficie, se refiere principalmente al aire libre o temperatura ambiental cerca a la superficie de la tierra.
TEMPERATURA HÚMEDA	Temperatura del termómetro húmedo es la marcada por un termómetro cuya parte sensible esta recubierta de una película de agua ó un pedazo de muselina humedecida y se expone al aire dentro de un abrigo meteorológico, debe de ser ventilado en forma natural o manual por medio de un aspirador.
TEMPERATURA MÁXIMA	Es la temperatura mas elevada en el transcurso de un intervalo de tiempo determinado (puede ser cada 24 horas
TEMPERATURA MEDIA	Promedio de lecturas de temperatura tomadas durante un período de tiempo determinado. Por lo general es el promedio entre las temperaturas máxima y mínima.
TEMPERATURA MÍNIMA	Es la temperatura mas baja en el transcurso de un intervalo de tiempo determinado (24 horas).
TEMPERATURA SECA	Temperatura marcada por el termómetro ambiente ó seco y que es expuesta al aire dentro de un abrigo meteorológico, no debe de ser humedecida ni ventilado su bulbo.
TEMPORALES	Tiempo de lluvia persistente debido ala influencia de un sistema de bajas presiones (baja presión, tormenta tropical, depresión tropical, huracán), su duración es de varios días.
TERMÓMETRO	Instrumento que sirve para medir la temperatura. Las diferentes escalas usadas en meteorología son: Celsius, Fahrenheit y Kelvin o Absoluta.
TERMÓMETRO DE BULBO SECO	Termómetro usado para medir la temperatura ambiental. La temperatura registrada es considerada idéntica a la temperatura del aire. Es uno de los dos termómetros que conforman el psicrómetro.
TIEMPO	Es el estado de la atmósfera en un momento específico respecto a su efecto en la vida y las actividades humanas. Los cambios de la

atmósfera en el corto plazo y no en el largo plazo, como ocurre con los grandes cambios climáticos. Para definirlo se utilizan términos que tienen que ver con claridad, nubosidad, humedad, precipitación, temperatura, visibilidad y viento.

**TORMENTA
ELÉCTRICA**

Producido por una nube cumulonimbus, es un evento de corta duración en la microescala caracterizado por truenos, relámpagos, ráfagas de viento, turbulencia, granizo, hielo, precipitación, corrientes moderadas y violentas hacia arriba y abajo y, en condiciones muy severas, tornados.

**VELOCIDAD DEL
VIENTO**

Es el promedio del movimiento del aire durante un período de tiempo preestablecido. Puede medirse de varias maneras. La unidad de medida utilizada en Estados Unidos de Norteamérica es la milla por hora.

VIENTO

Movimiento del aire con relación a la superficie terrestre. Caso de no haber especificación contraria, se considera solamente la componente horizontal del conjunto de la corriente aérea.

VIENTOS ALISIOS

Son dos cinturones de viento que soplan desde los centros de alta presión subtropicales moviéndose hacia la zona de baja presión ecuatorial. Son vientos de poca altitud caracterizados por su consistencia en su dirección. En el hemisferio norte, los vientos alisios soplan desde el noreste y en el hemisferio sur los vientos alisios soplan desde el sureste

VIENTOS DEL ESTE

Término usualmente empleado para designar vientos con un componente persistente desde la dirección este. Ejemplo: los vientos alisios.

VIENTOS DEL OESTE

Cinturones amplios de vientos persistentes con un componente occidental. Es el movimiento atmosférico predominante centrado alrededor de las latitudes medias de cada hemisferio. Cerca de la superficie de la tierra los vientos del oeste se extienden aproximadamente entre los 35 y 65 grados de latitud, mientras en los niveles altos se extienden en dirección más ampliamente hacia los polos y el ecuador.

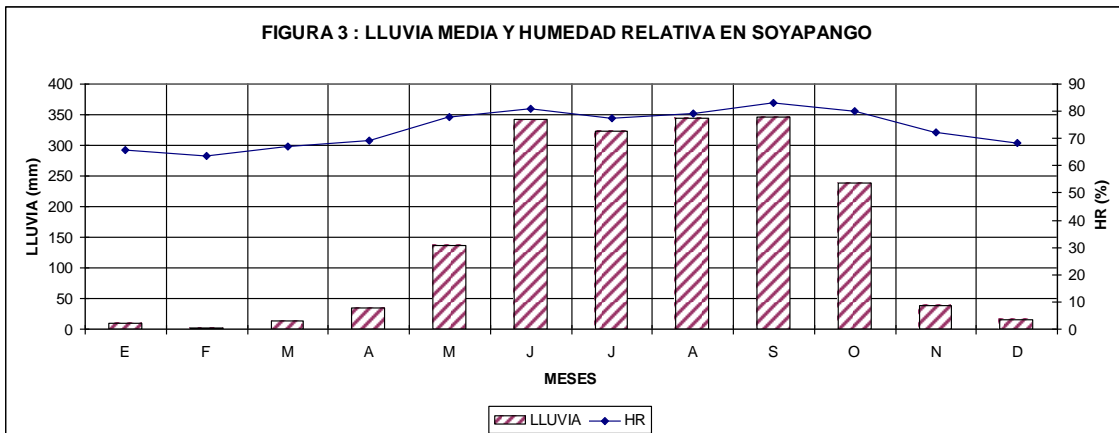
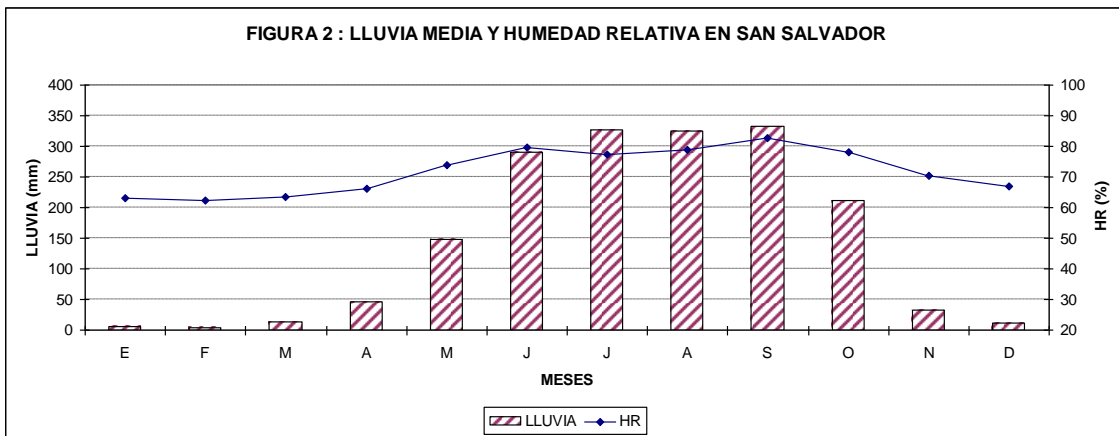
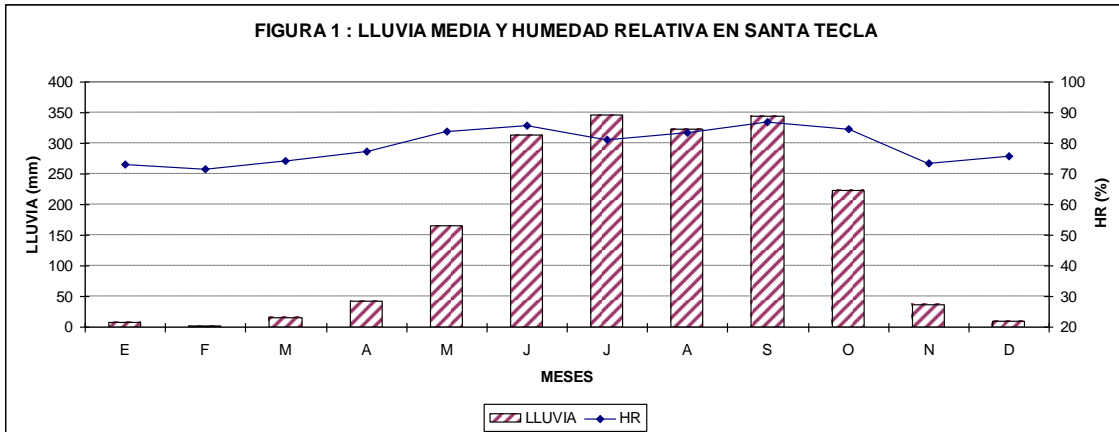
**ZONA DE
CONVERGENCIA
INTERTROPICAL
(ITCZ)**

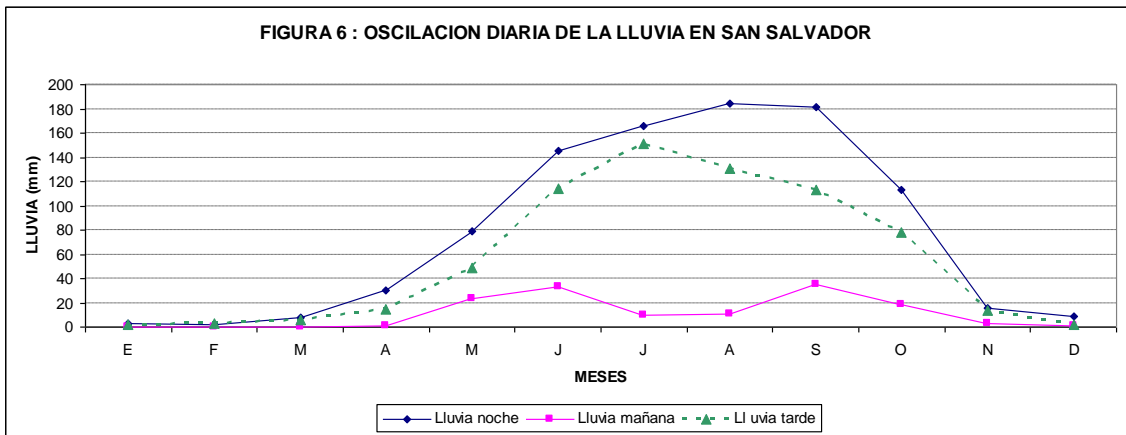
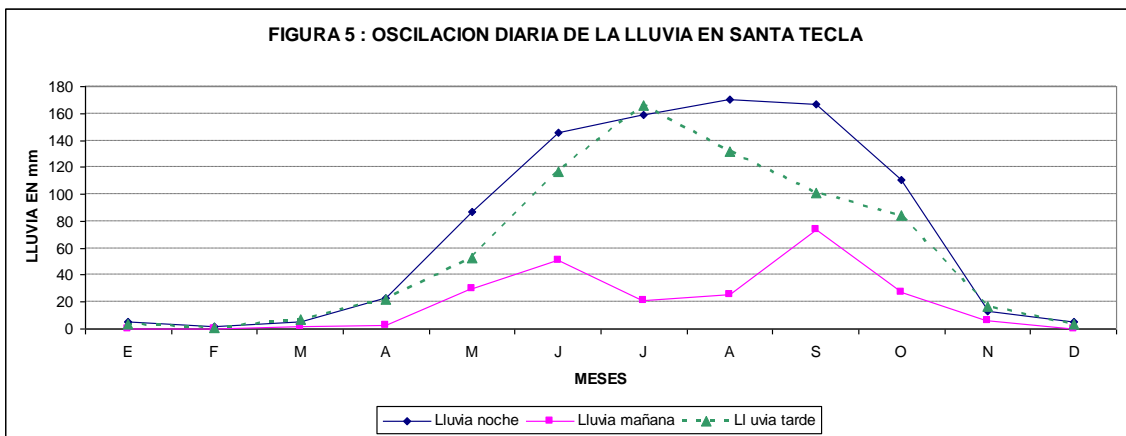
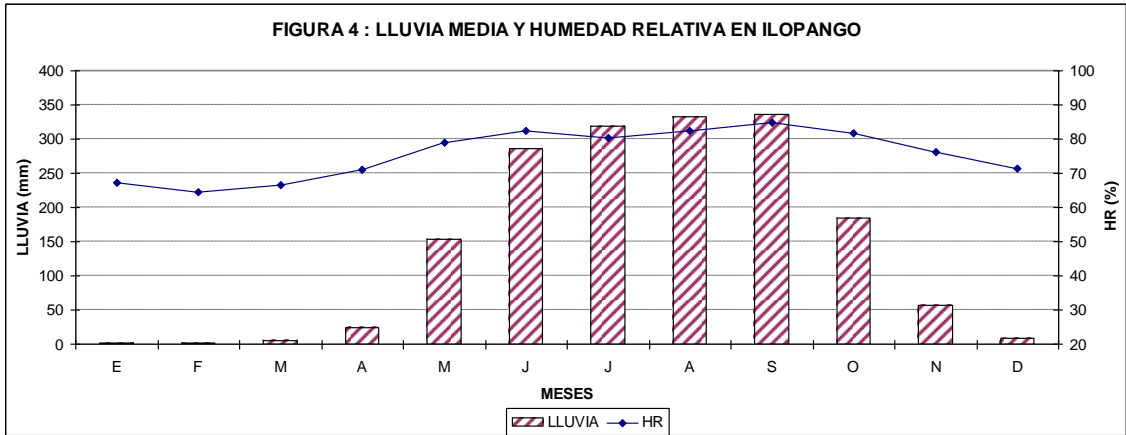
Área en los hemisferios norte y sur donde convergen los vientos alisios, generalmente localizada entre los 10 grados al norte y sur del ecuador. Es una amplia área de baja presión donde tanto la fuerza de coriolis como la baja presión gradual son débiles, permitiendo la formación ocasional de perturbaciones tropicales. Durante el verano en el hemisferio norte, cambia de lugar siguiendo los rayos solares más perpendiculares, por ejemplo, avanzando hacia el norte sobre el sur de Asia y el Atlántico Norte.

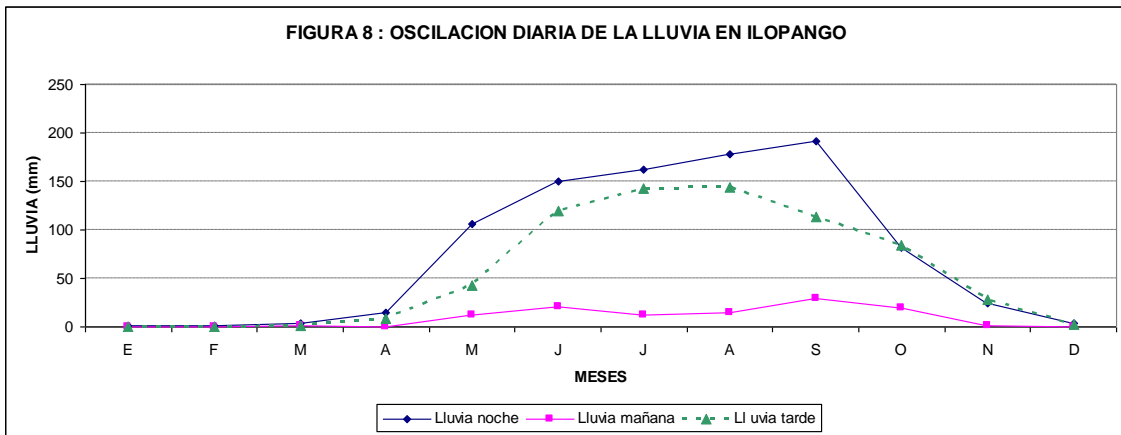
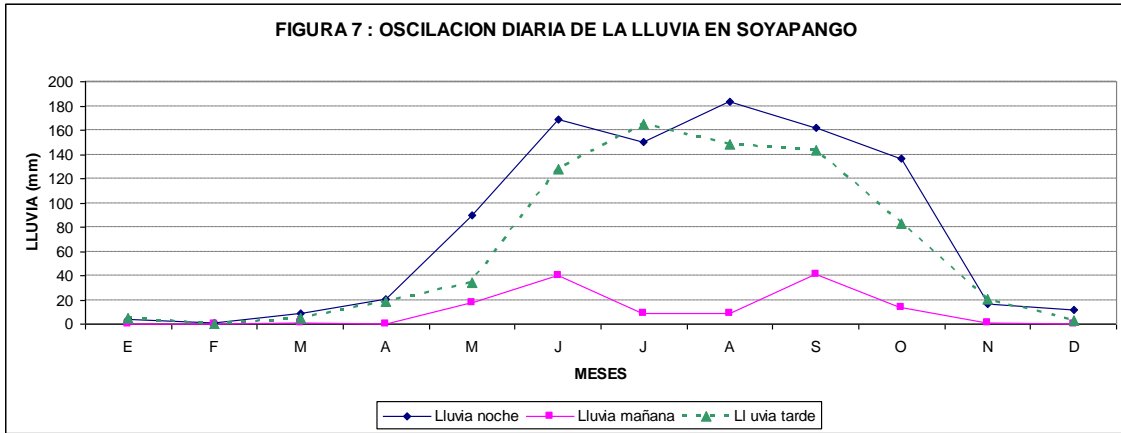
ANEXOS II

FIGURAS 1-41

1. COMPORTAMIENTO DE LA LLUVIA Y LA HUMEDAD RELATIVA







2. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA

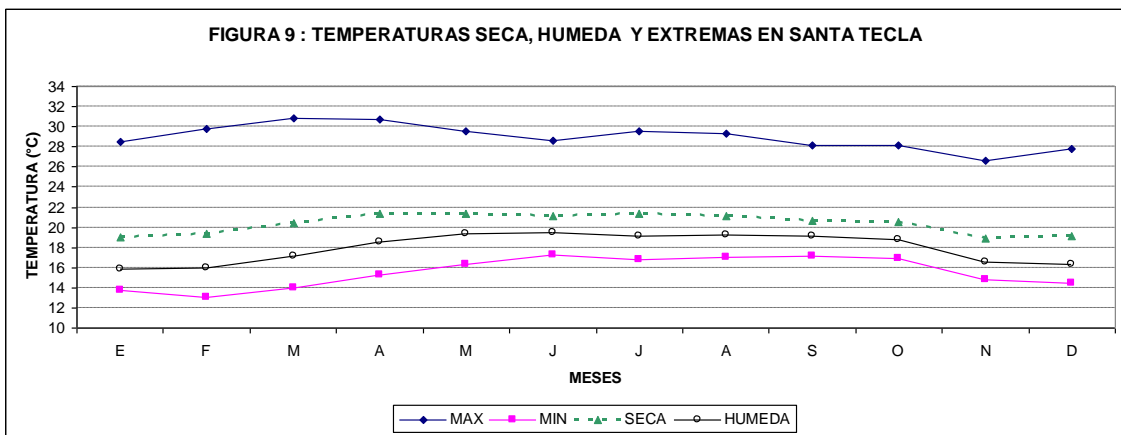


FIGURA 10 : TEMPERATURAS SECA, HUMEDA Y EXTREMAS EN SAN SALVADOR

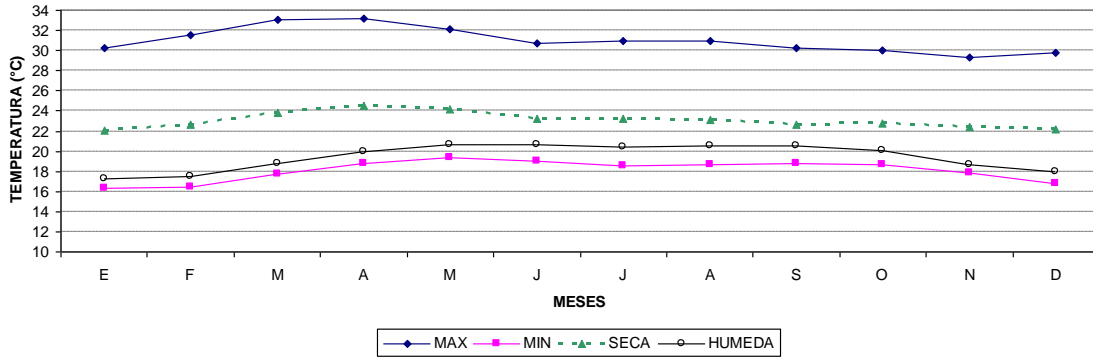


FIGURA 11 : TEMPERATURAS SECA, HUMEDA Y EXTREMAS EN SOYAPANGO

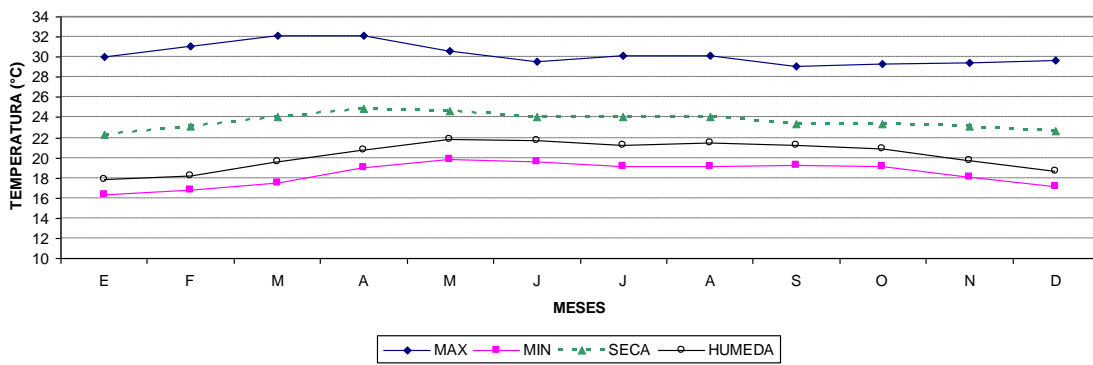
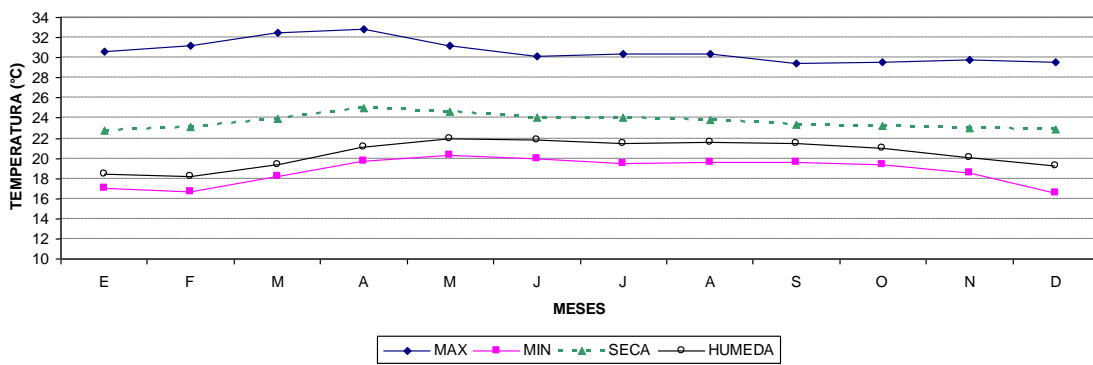
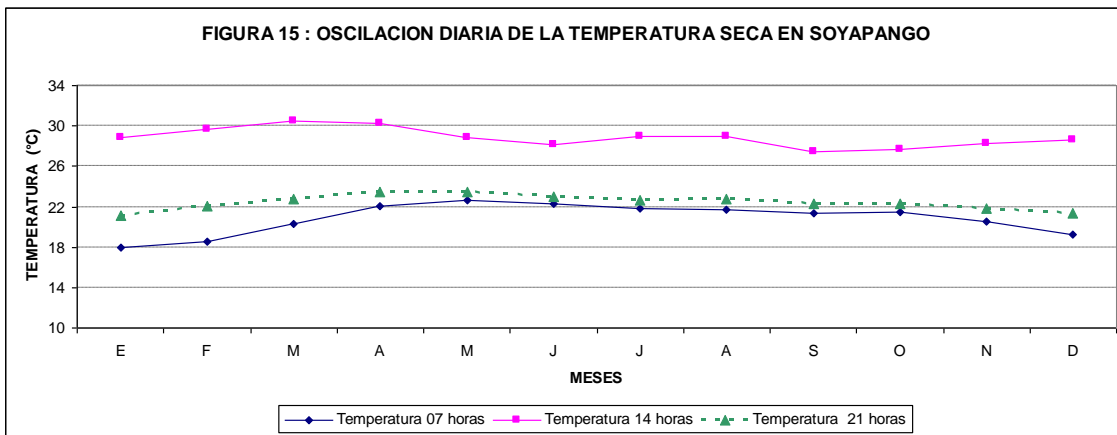
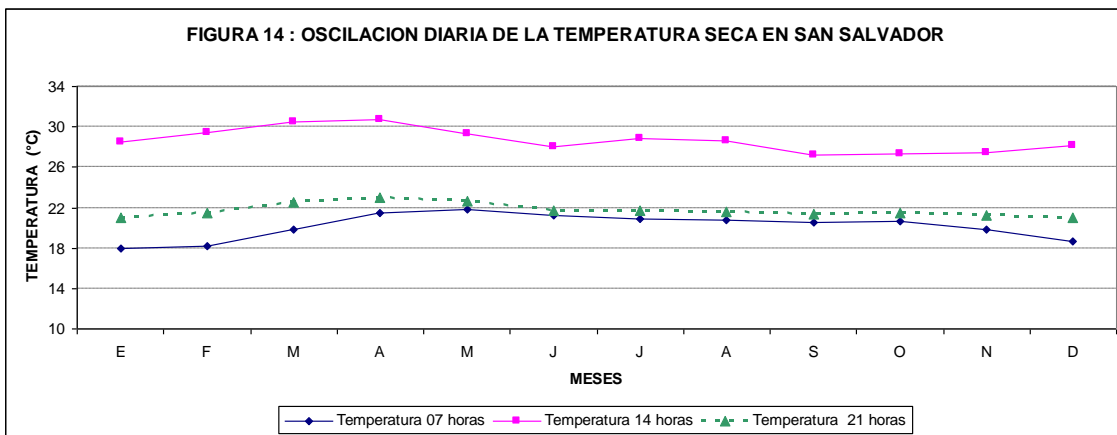
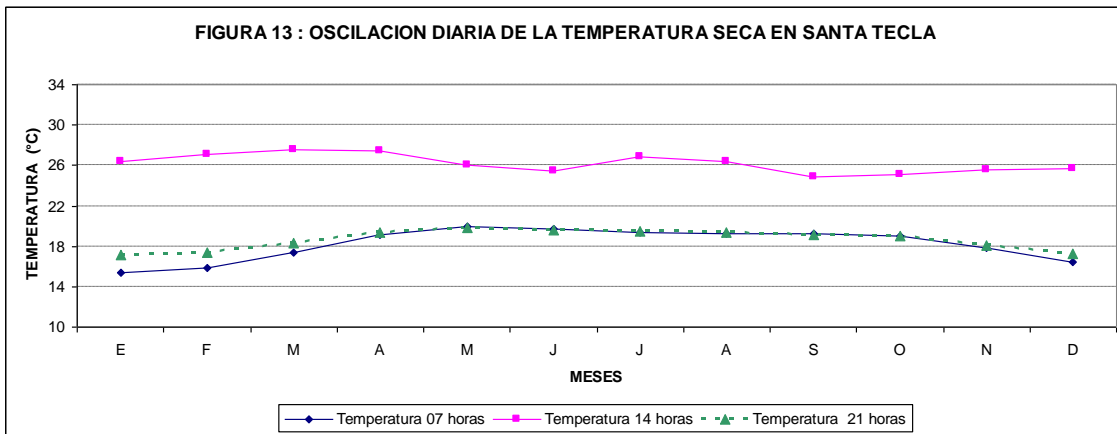
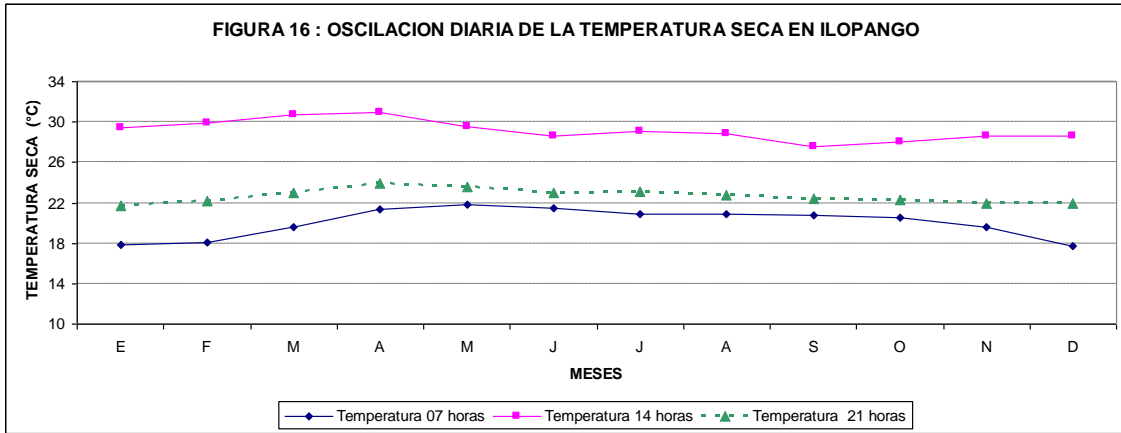


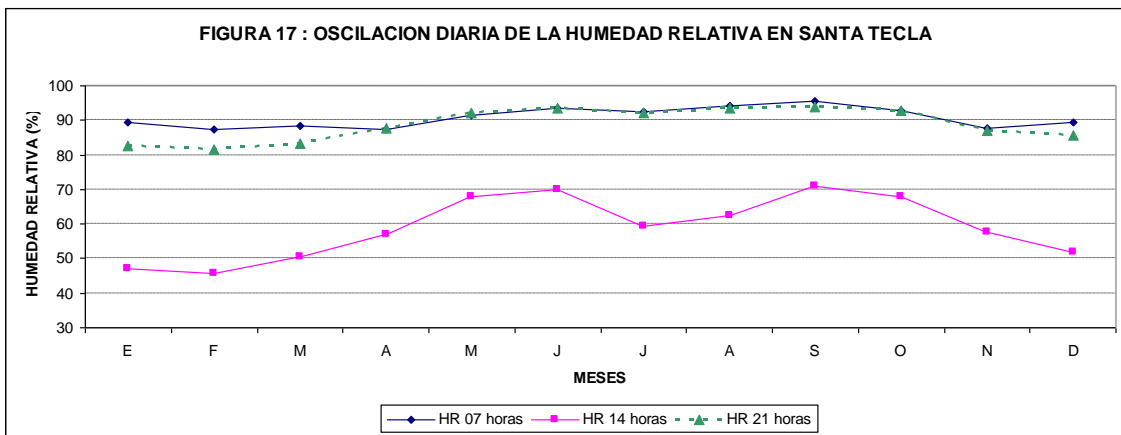
FIGURA 12 : TEMPERATURAS SECA, HUMEDA Y EXTREMAS EN ILOPANGO

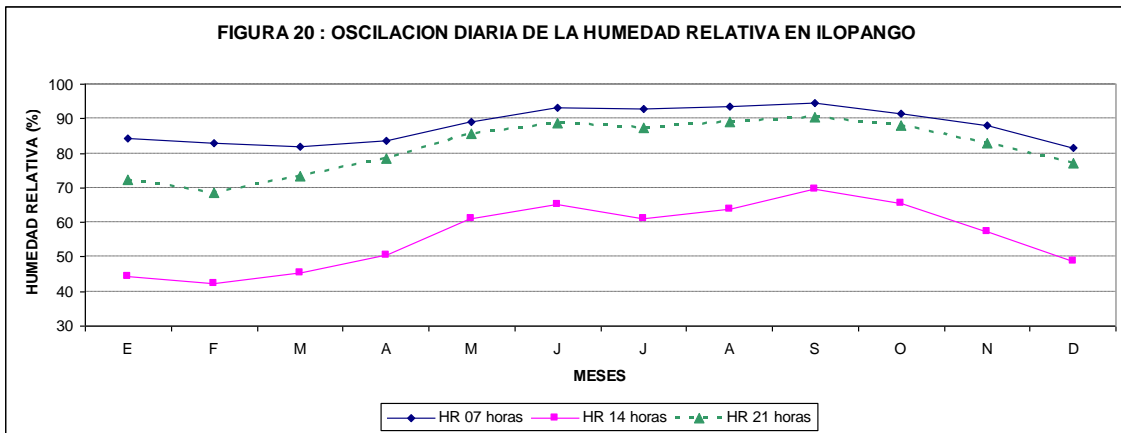
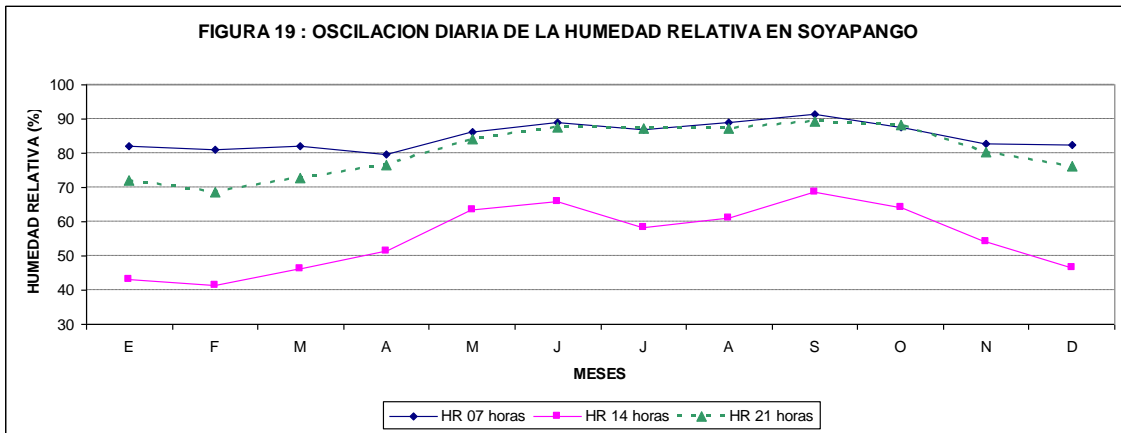
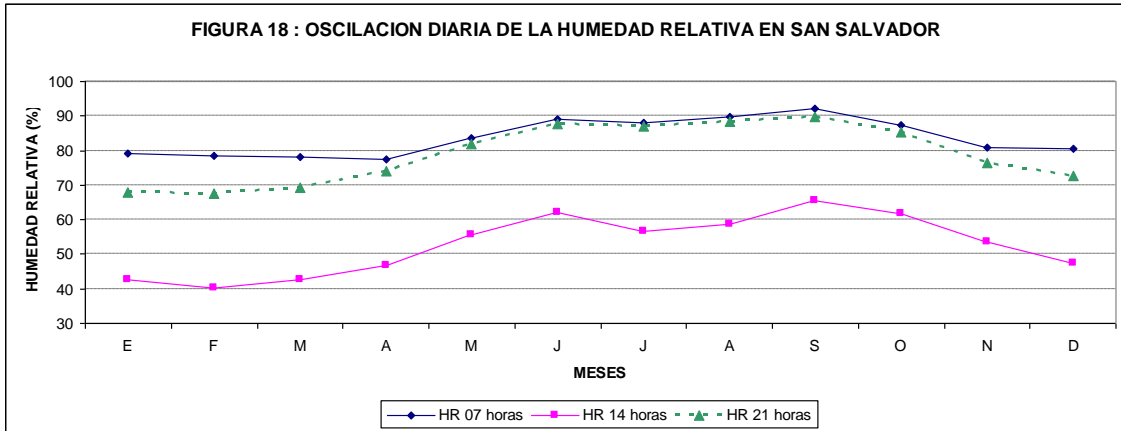






3. COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD RELATIVA





4. COMPORTAMIENTO DE LA NUBOSIDAD Y LUZ SOLAR

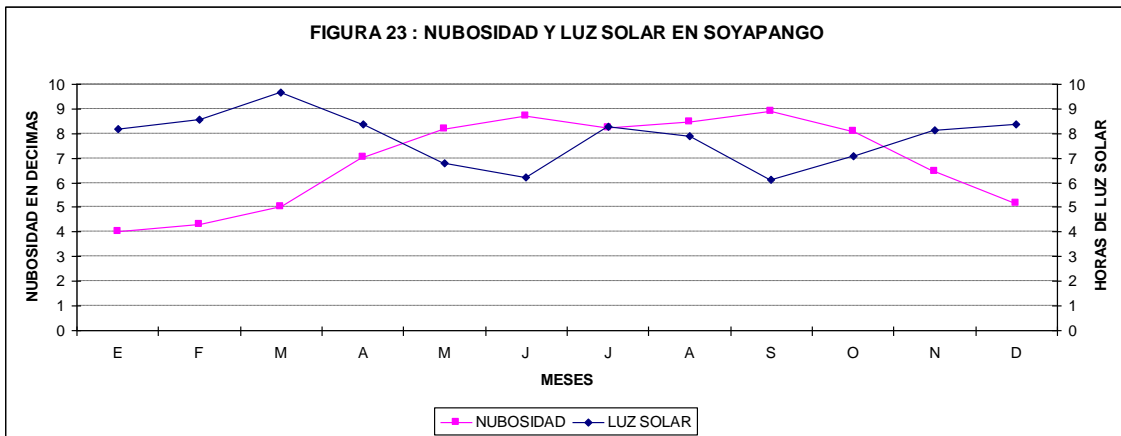
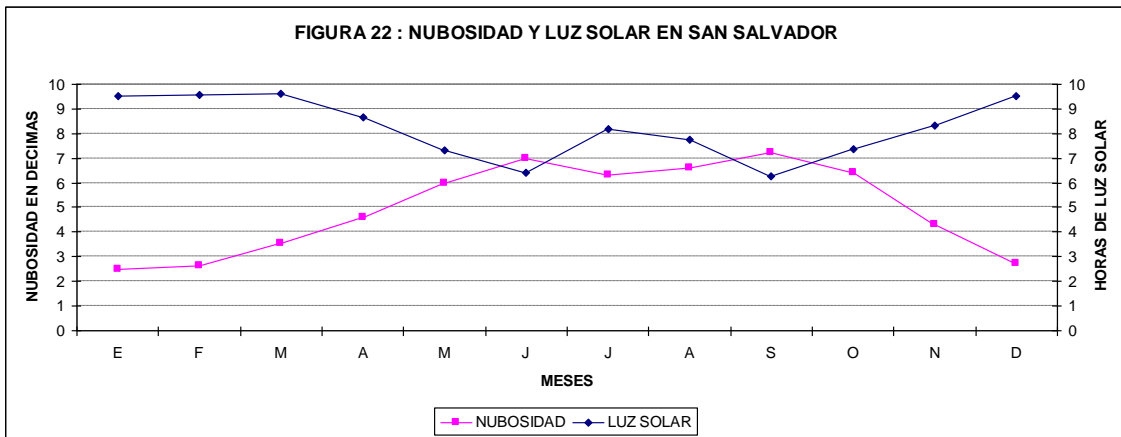
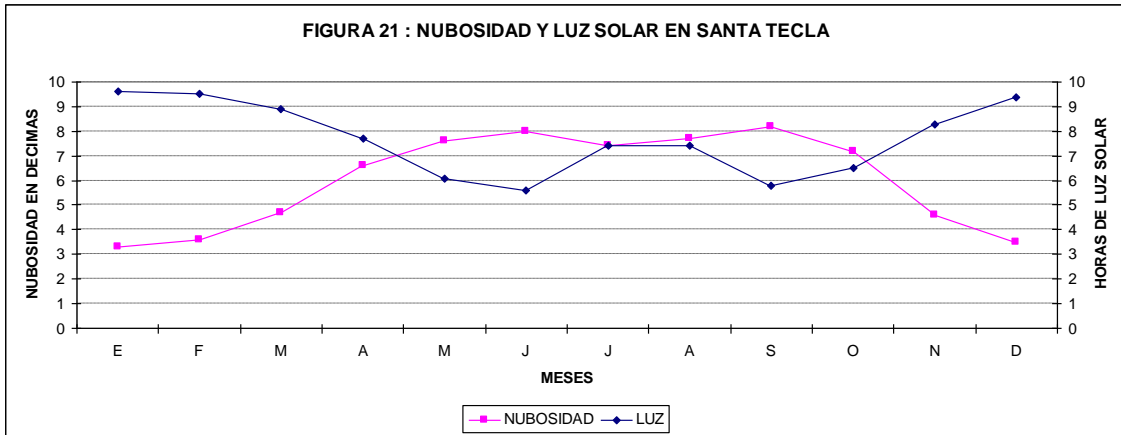
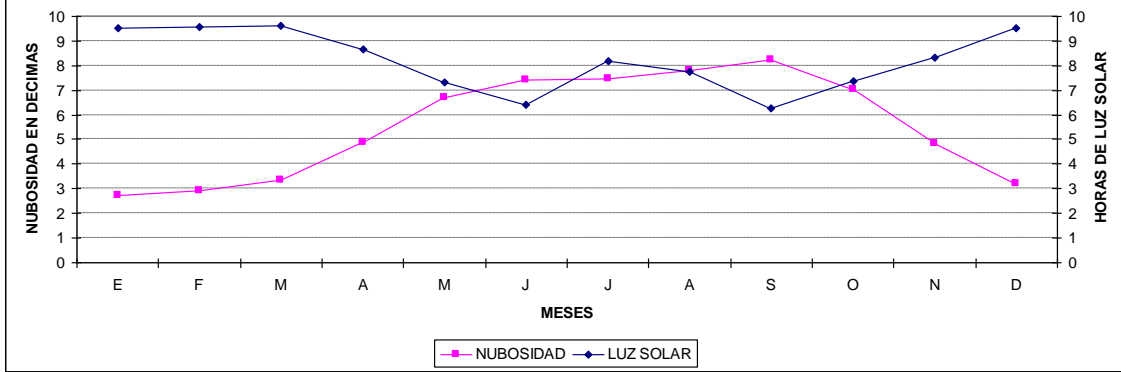
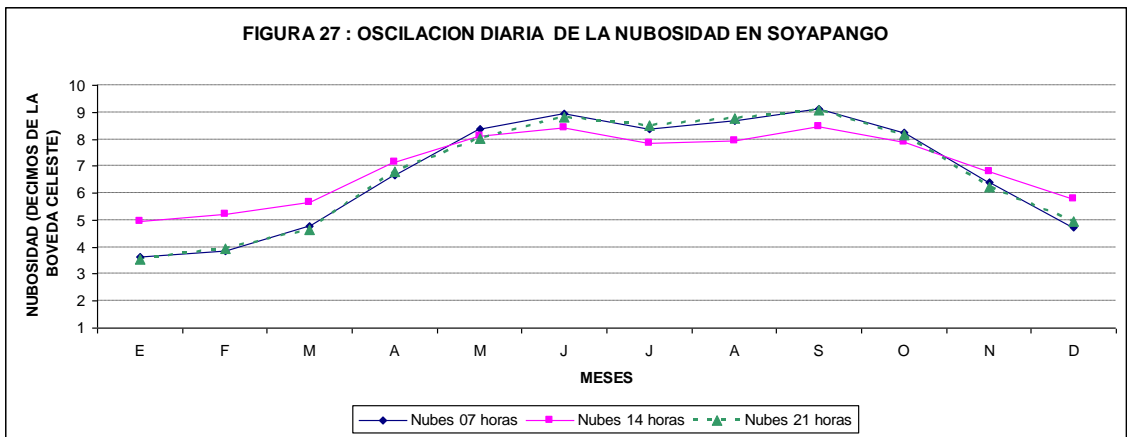
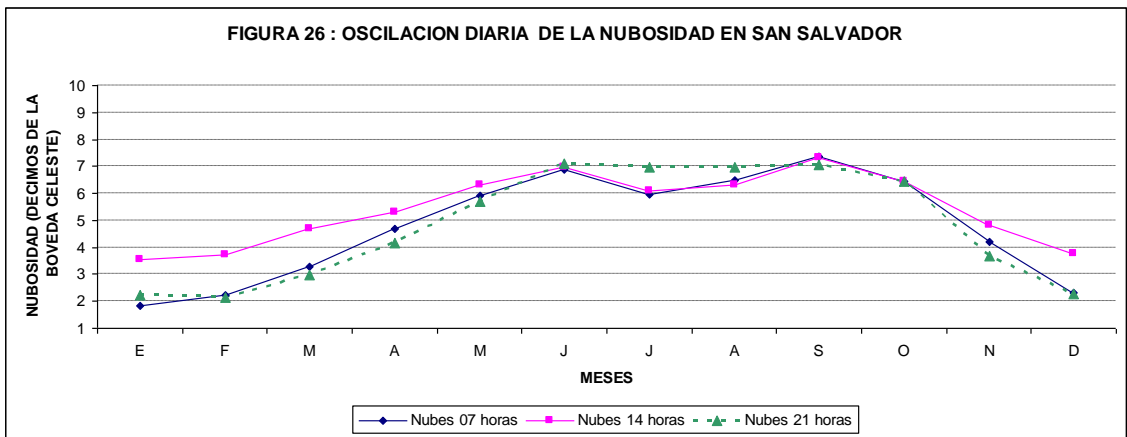
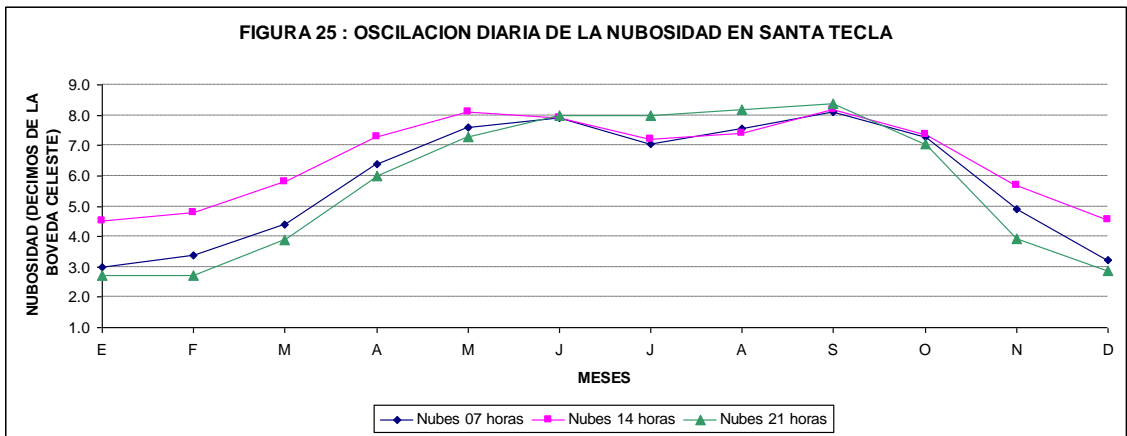
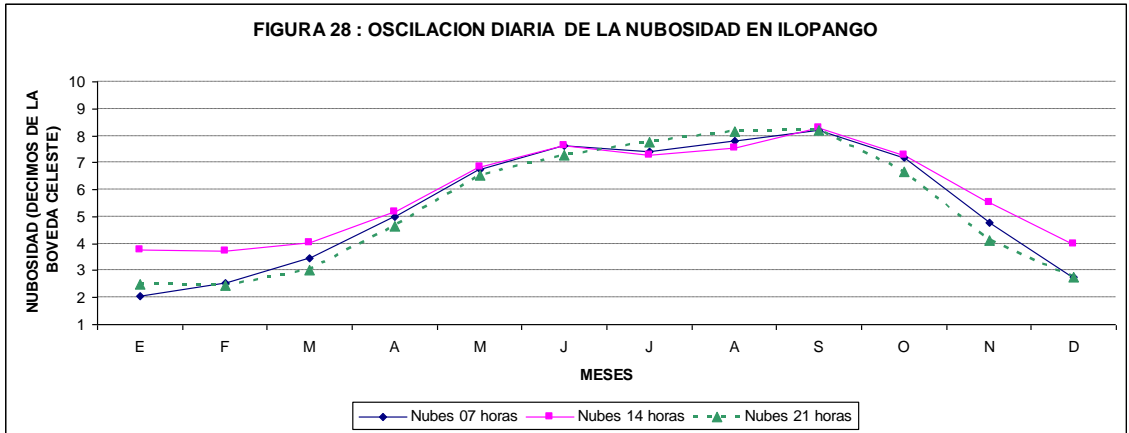


FIGURA 24 : NUBOSIDAD Y LUZ SOLAR EN ILOPANGO







5. COMPORTAMIENTO DE LA PRESION ATMOSFERICA Y LA RADIACION SOLAR

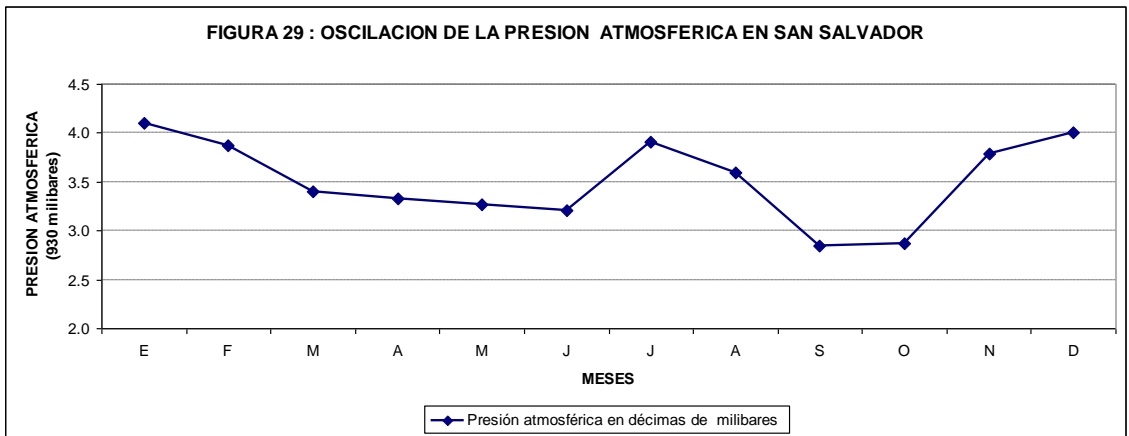


FIGURA 30 : OSCILACION DIARIA DE LA PRESION ATMOSFERICA EN SAN SALVADOR

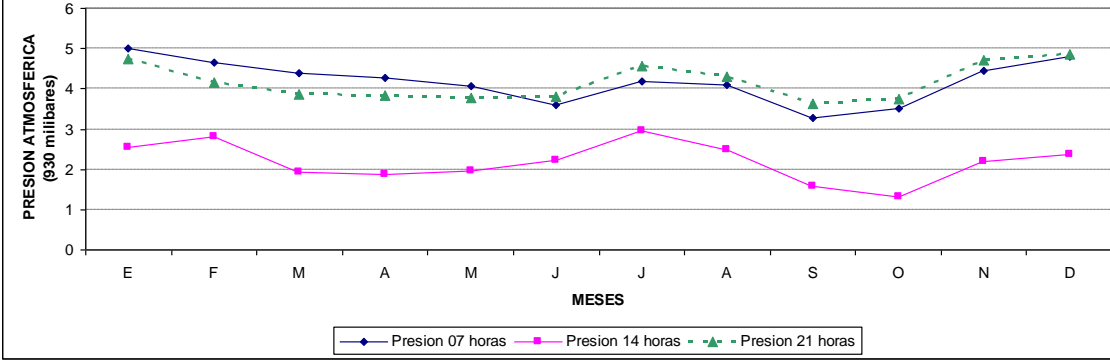
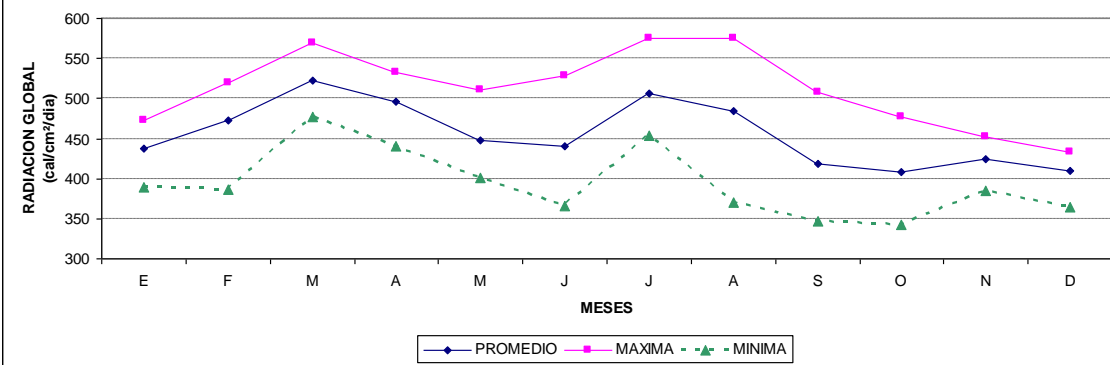
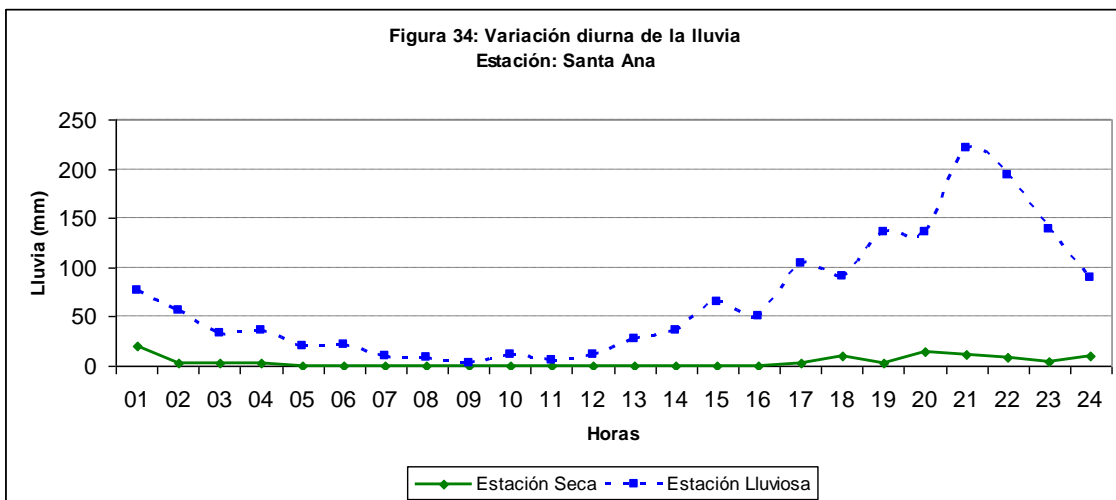
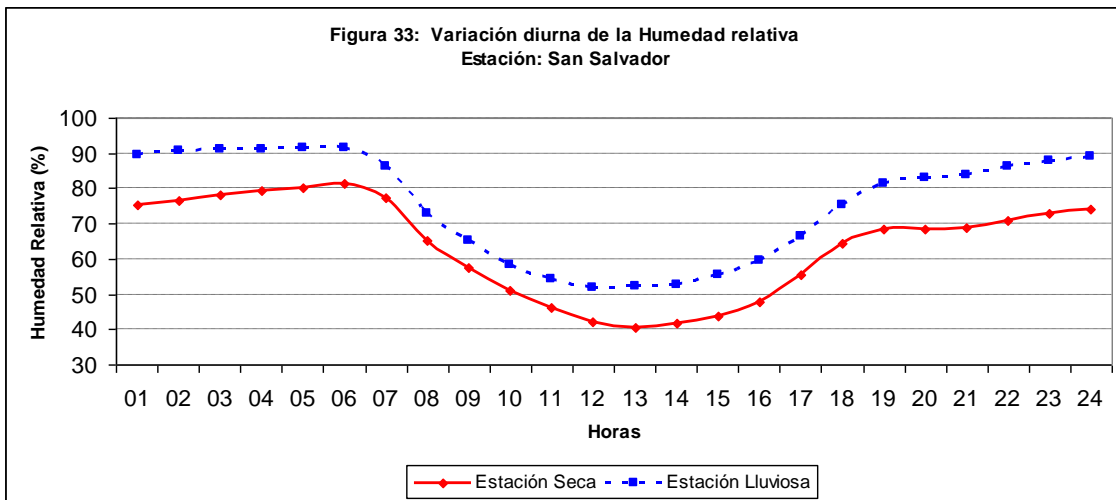
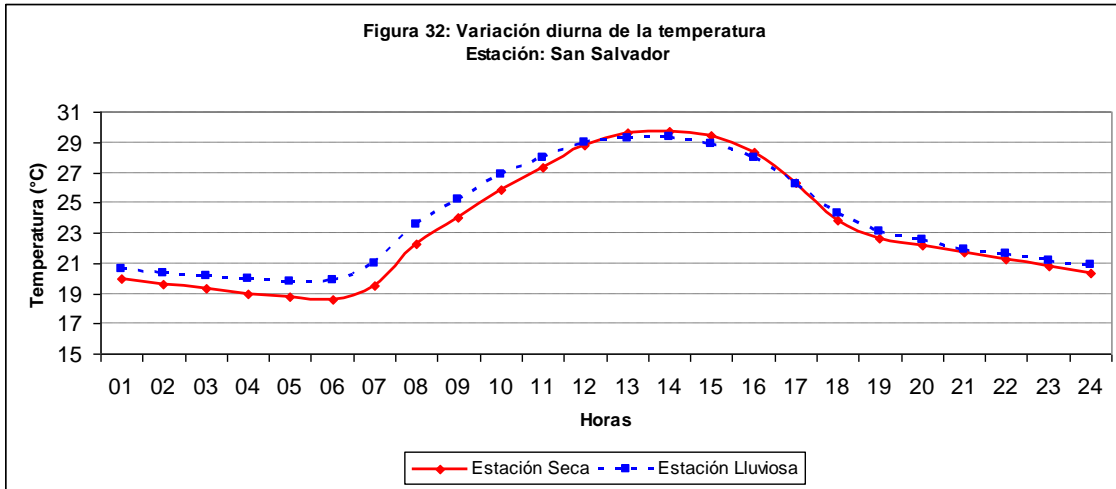


FIGURA 31 : RADIACION GLOBAL EN SOYAPANGO



6. VARIACION DIURNA (HORARIA) DE LAS PRINCIPALES VARIABLES CLIMATICAS.



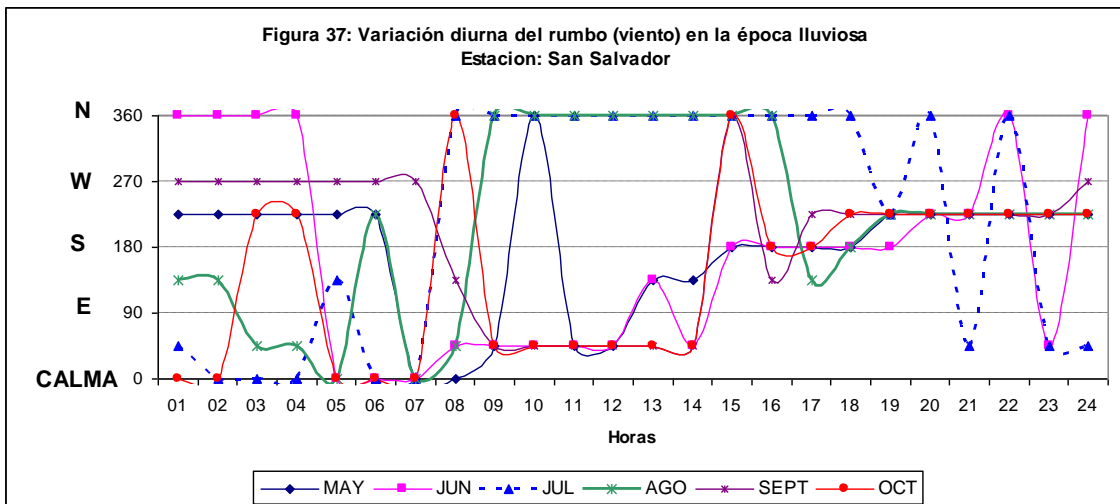
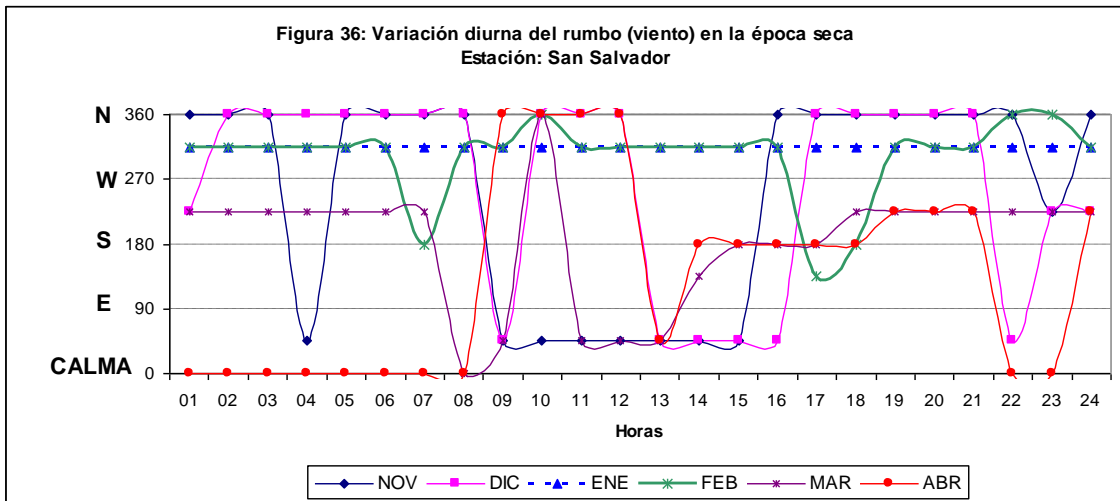
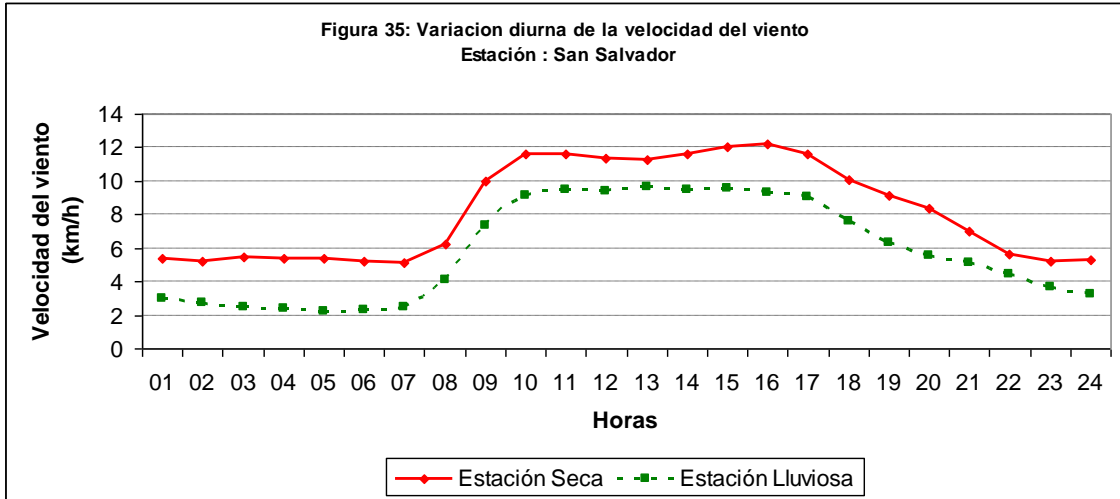


Figura 38: Variación diaria en el mes de marzo de las variables climáticas en San Salvador

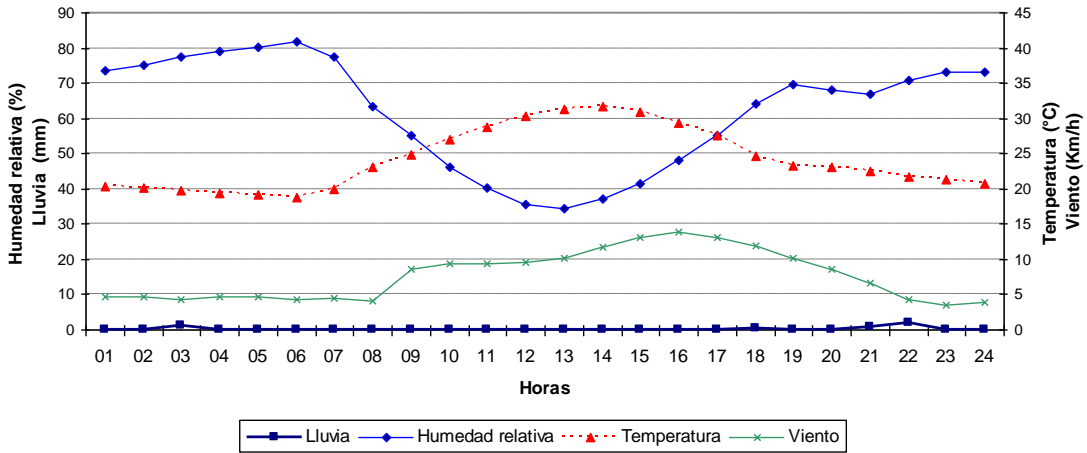


Figura 39: Variación diaria en el mes de abril de las variables climáticas en San Salvador

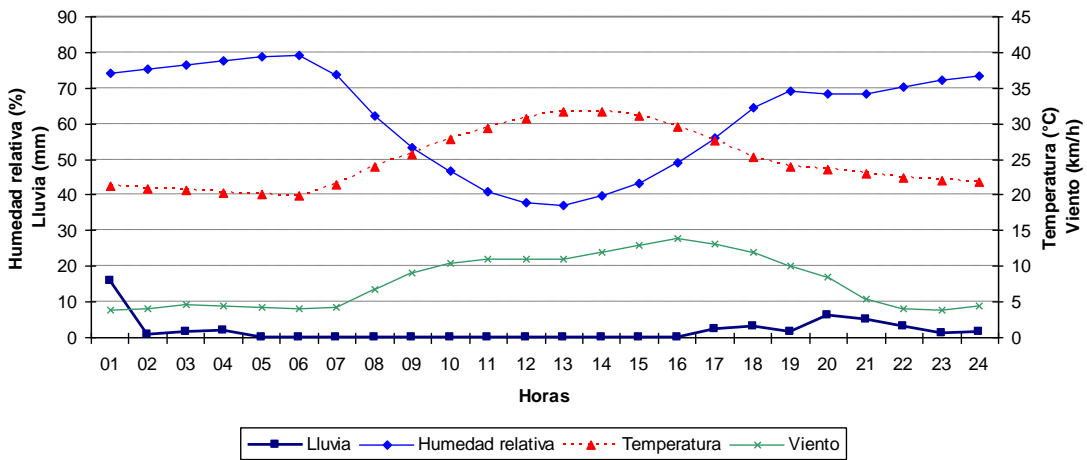
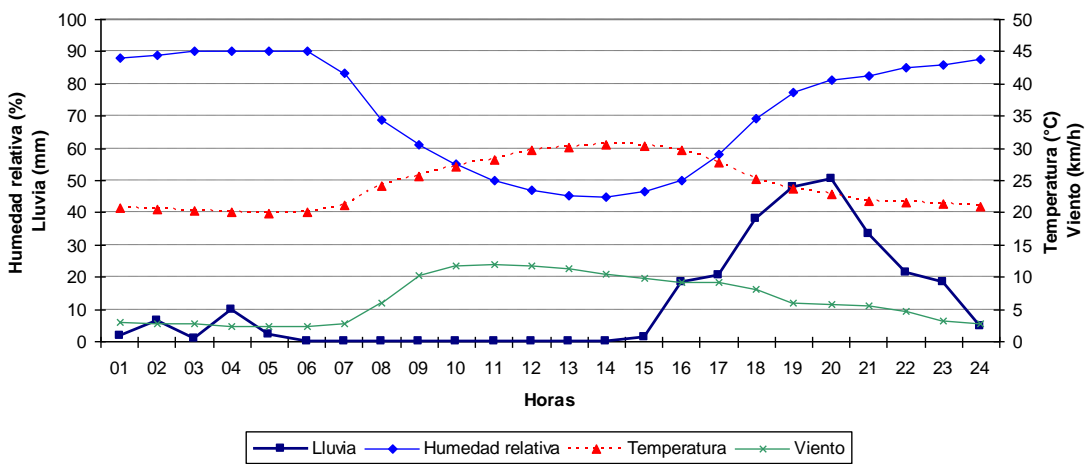
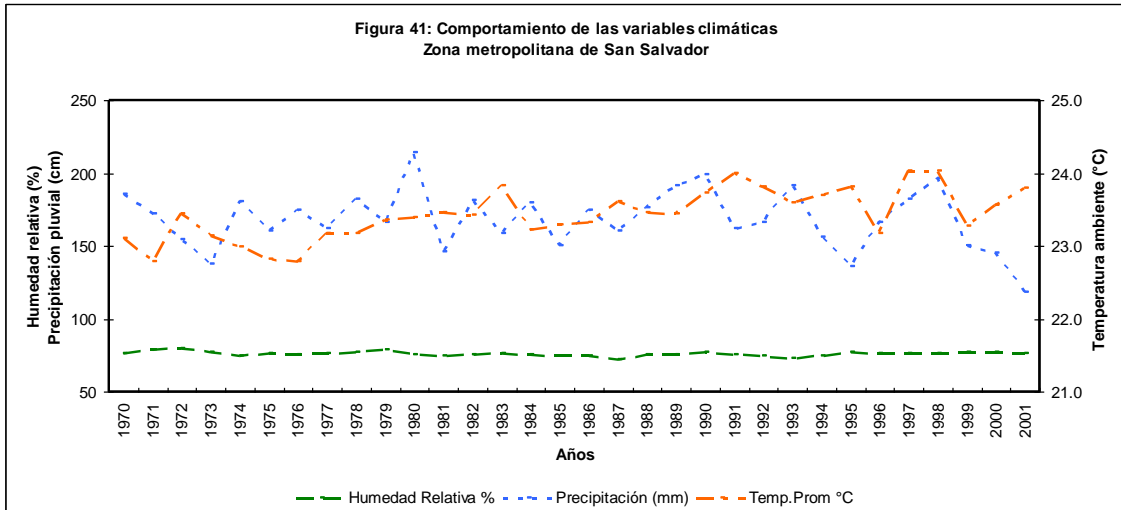


Figura 40: Variación diaria en el mes de julio de las variables climáticas en San Salvador

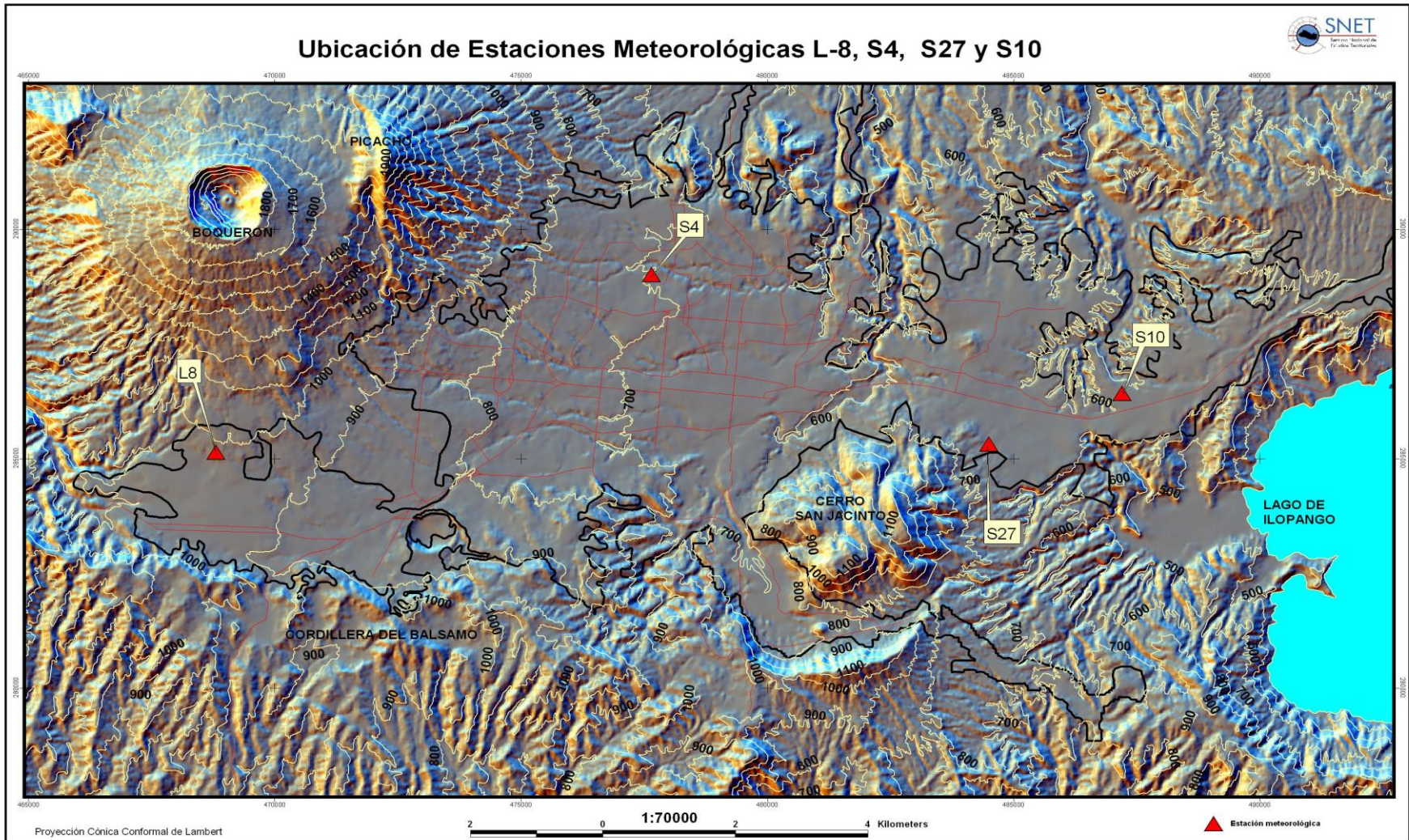


7. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES CLIMATICAS

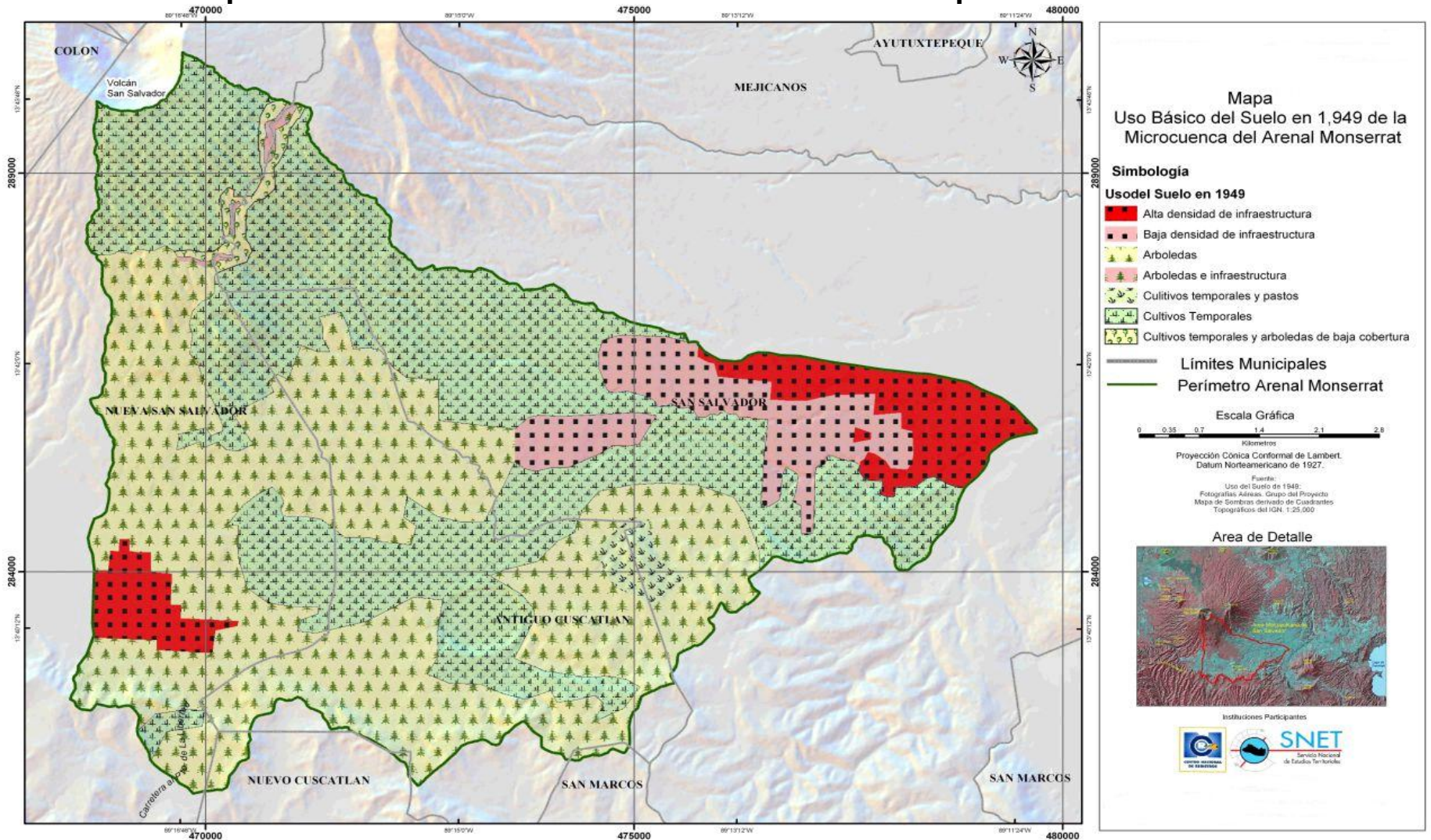


ANEXO III
MAPAS 1-18

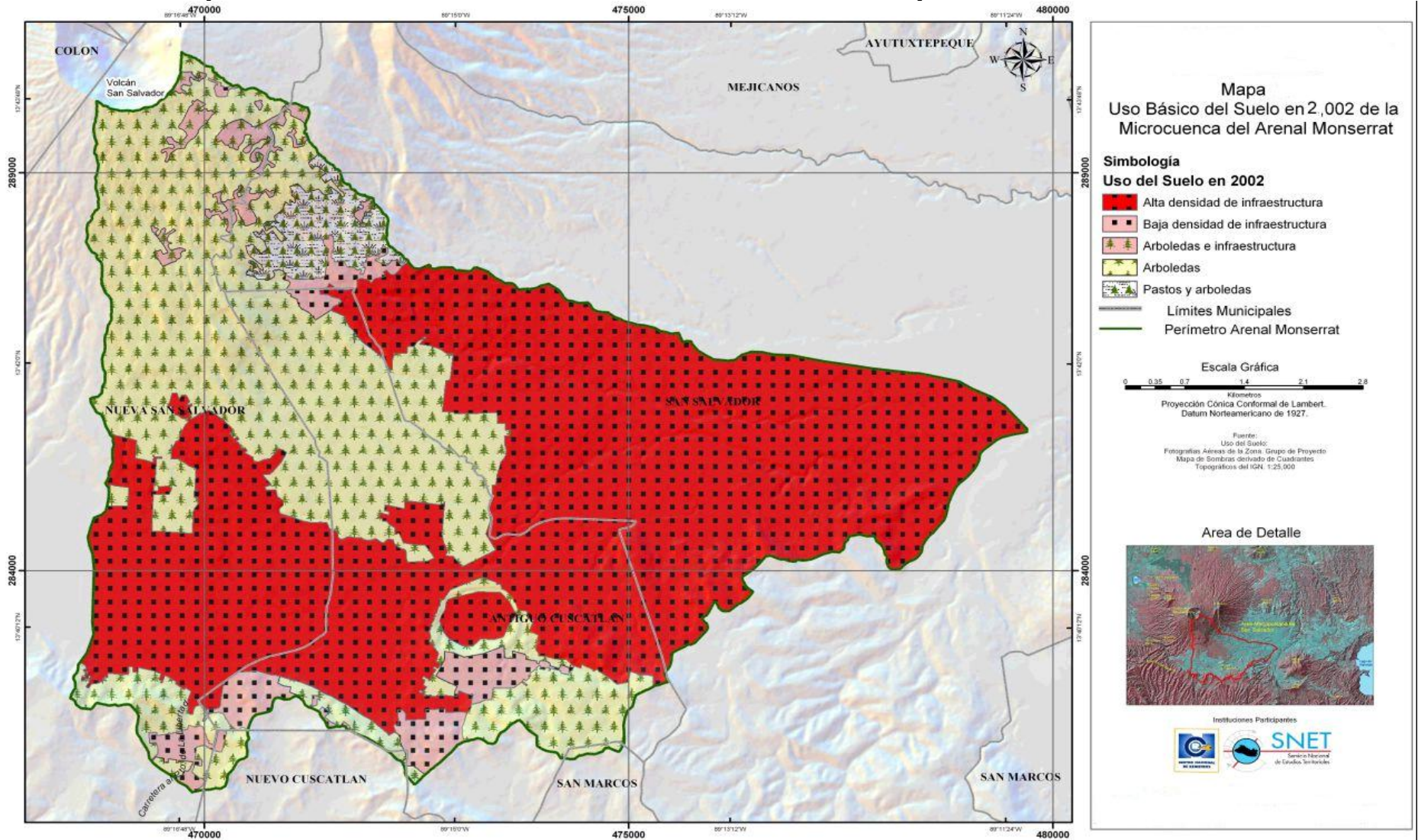
Mapa1: Mapa topográfico y ubicación de estaciones meteorológicas, AMSS.



Mapa 2: Uso del suelo básico de una cuenca de San Salvador para el año 1949.

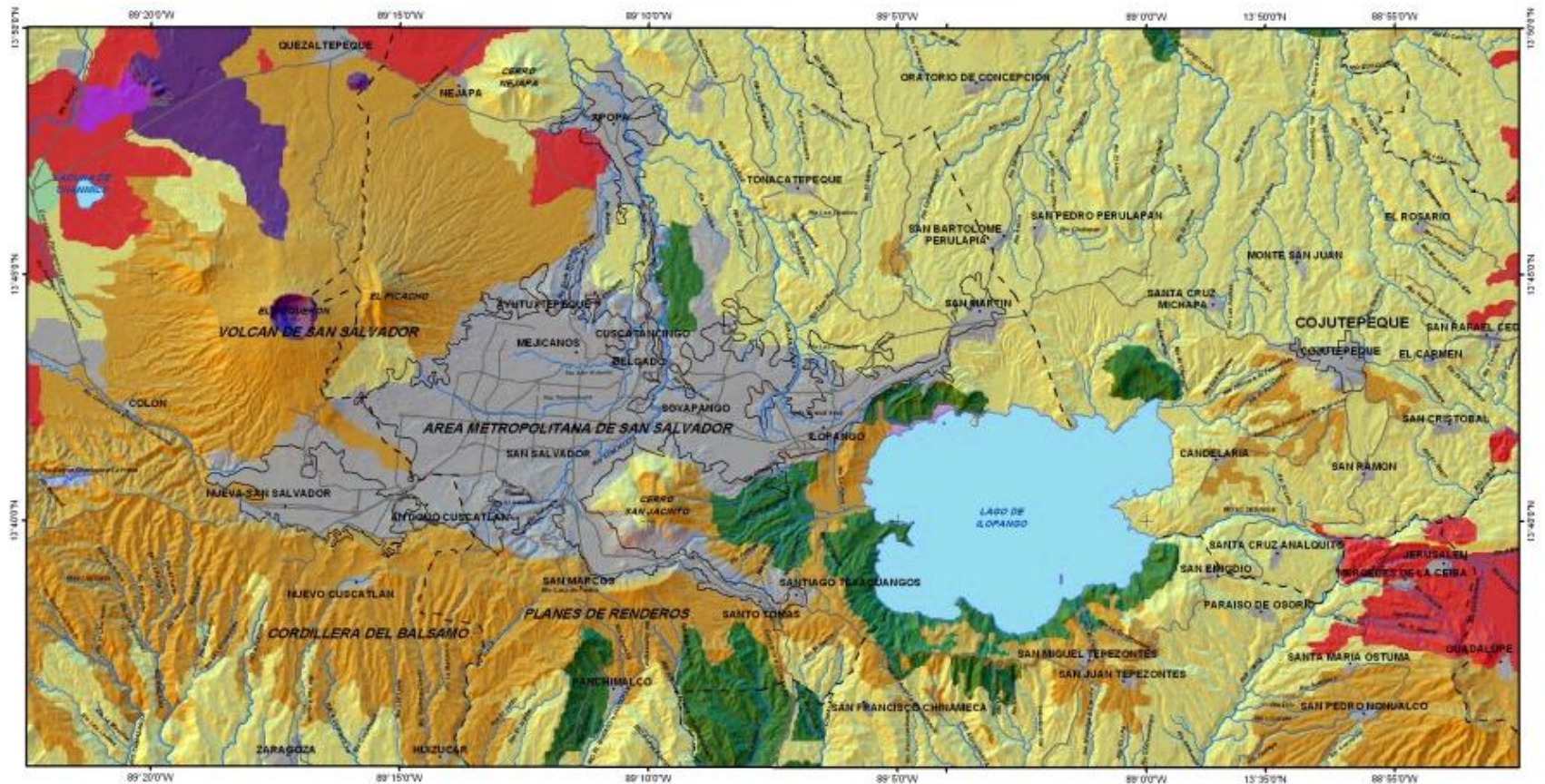


Mapa 3: Uso del suelo básico de una cuenca de San Salvador para el año de 2002.



Mapa 4. Uso del suelo del área metropolitana de San Salvador para el año 1996.

Mapa de Uso del Suelo



LEYENDA

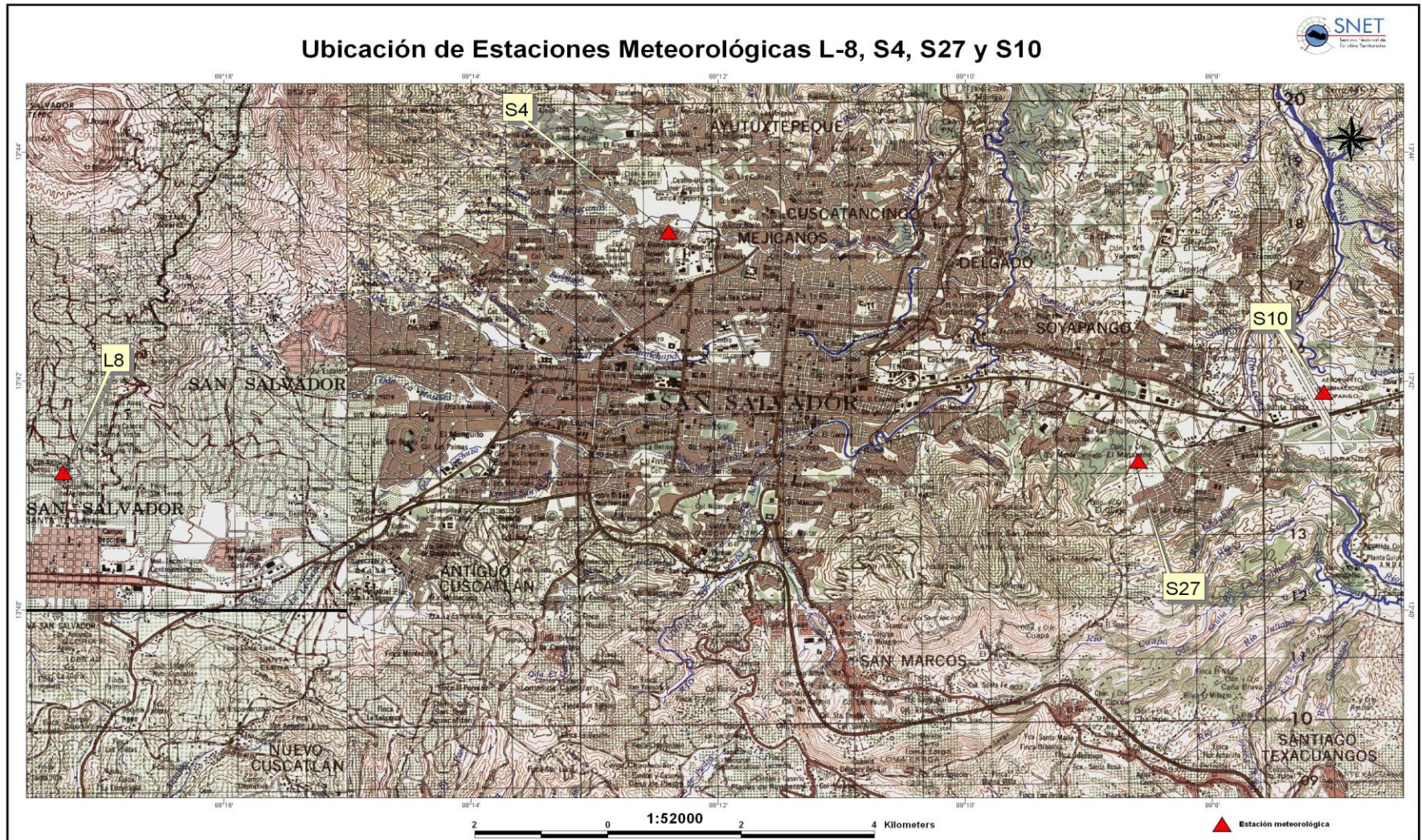
- | | | |
|-----------------------------|----------------------|---------------------------|
| • Cabecera municipal | Uso del Suelo | ■ Hortalizas |
| — Red vial principal | ■ Bosques naturales | ■ Lava |
| — Río permanente principal | ■ Café | ■ Pastos y granos básicos |
| — Río permanente secundario | ■ Caña de azúcar | ■ No apta |
| ■ Cuerpo de agua | ■ Frutales | ■ Centros turísticos |
| ■ Zonas urbanas | | ■ Áreas urbanas |



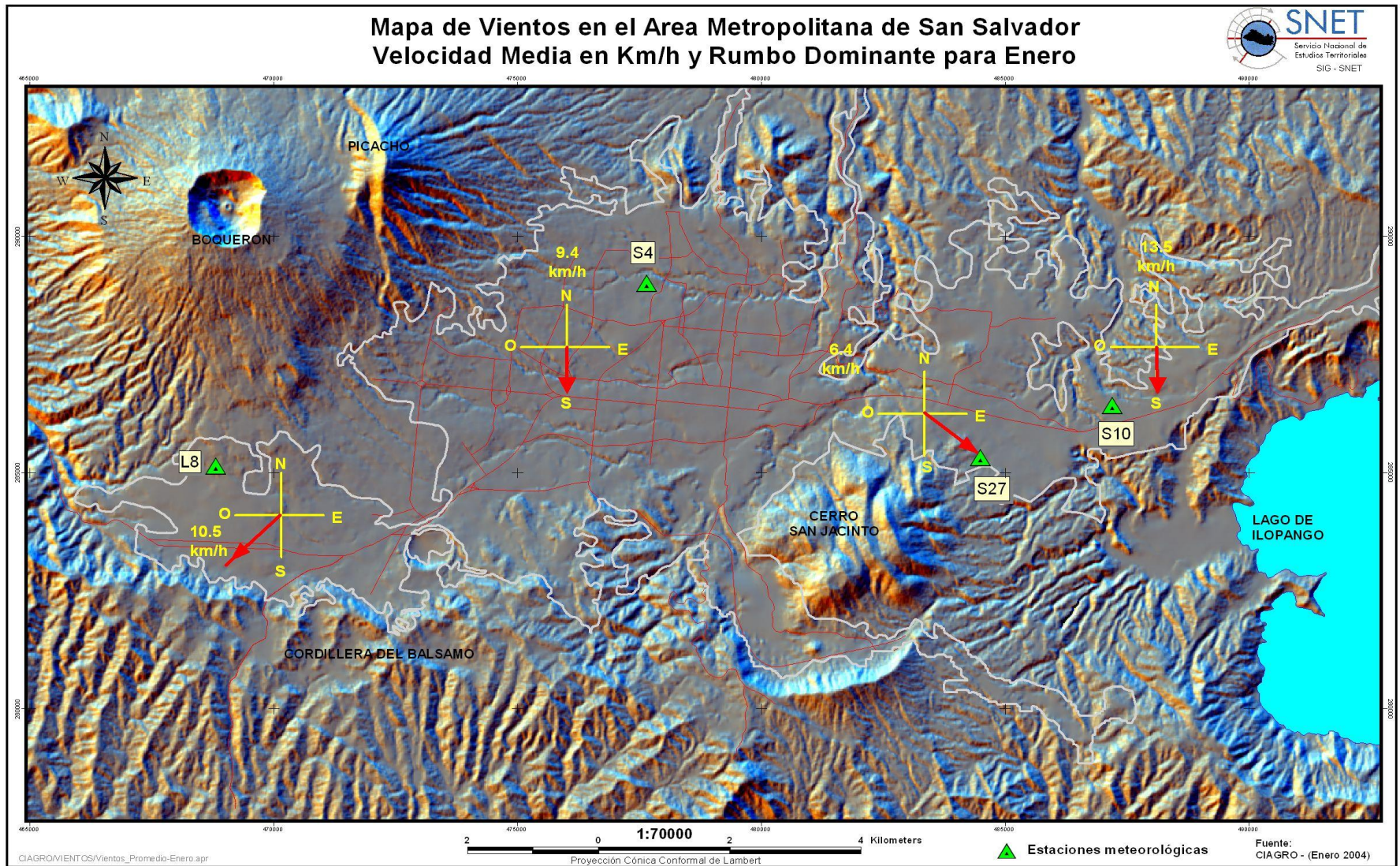
Fuente:
Mapa de Uso del suelo levantado en base a
imagen de satélite Landsat de 1994 por la DGEA-MAG



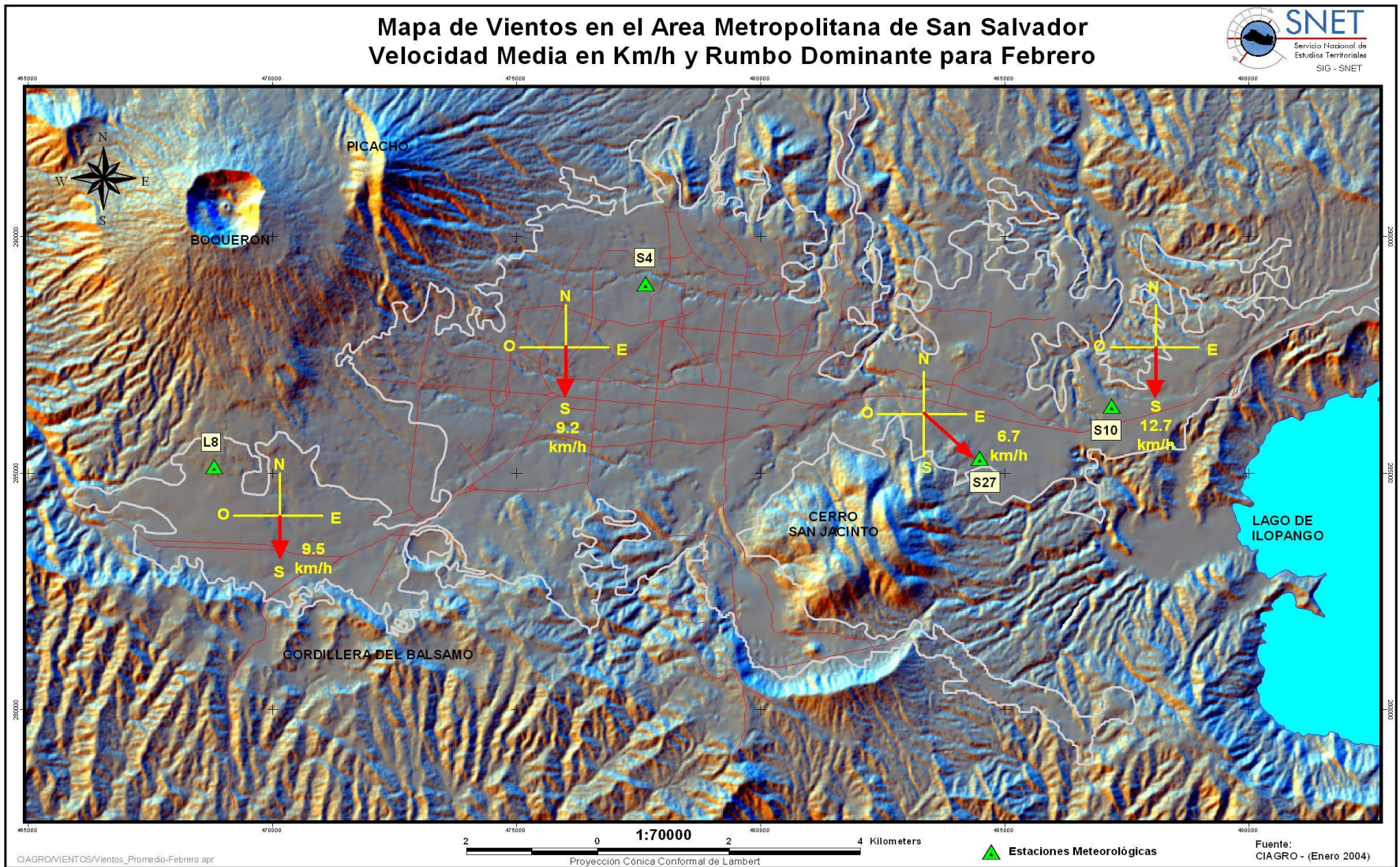
Mapa 5: Mapa cartográfico y ubicación de estaciones meteorológicas, AMSS.



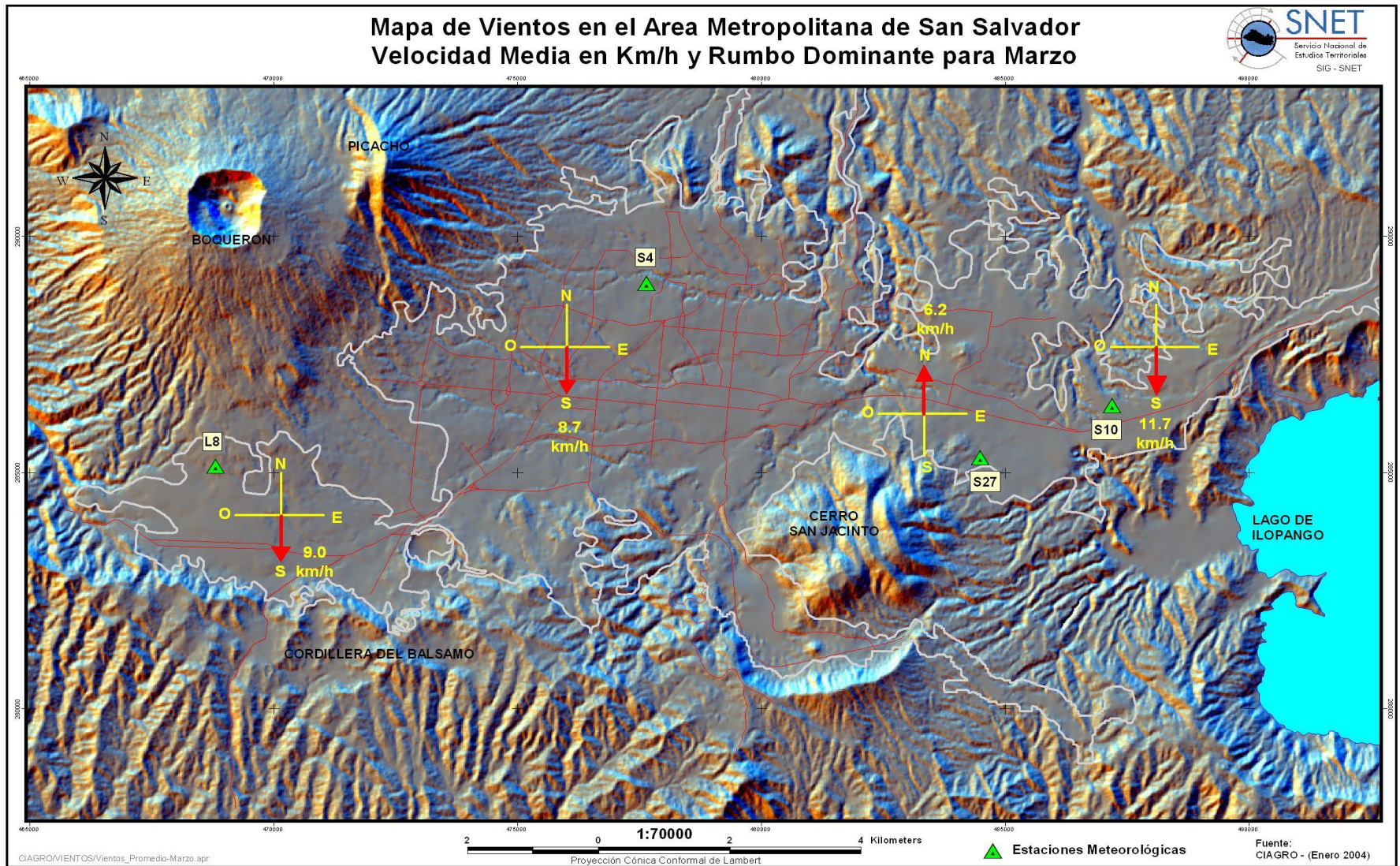
Mapa 6: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Enero, AMSS.



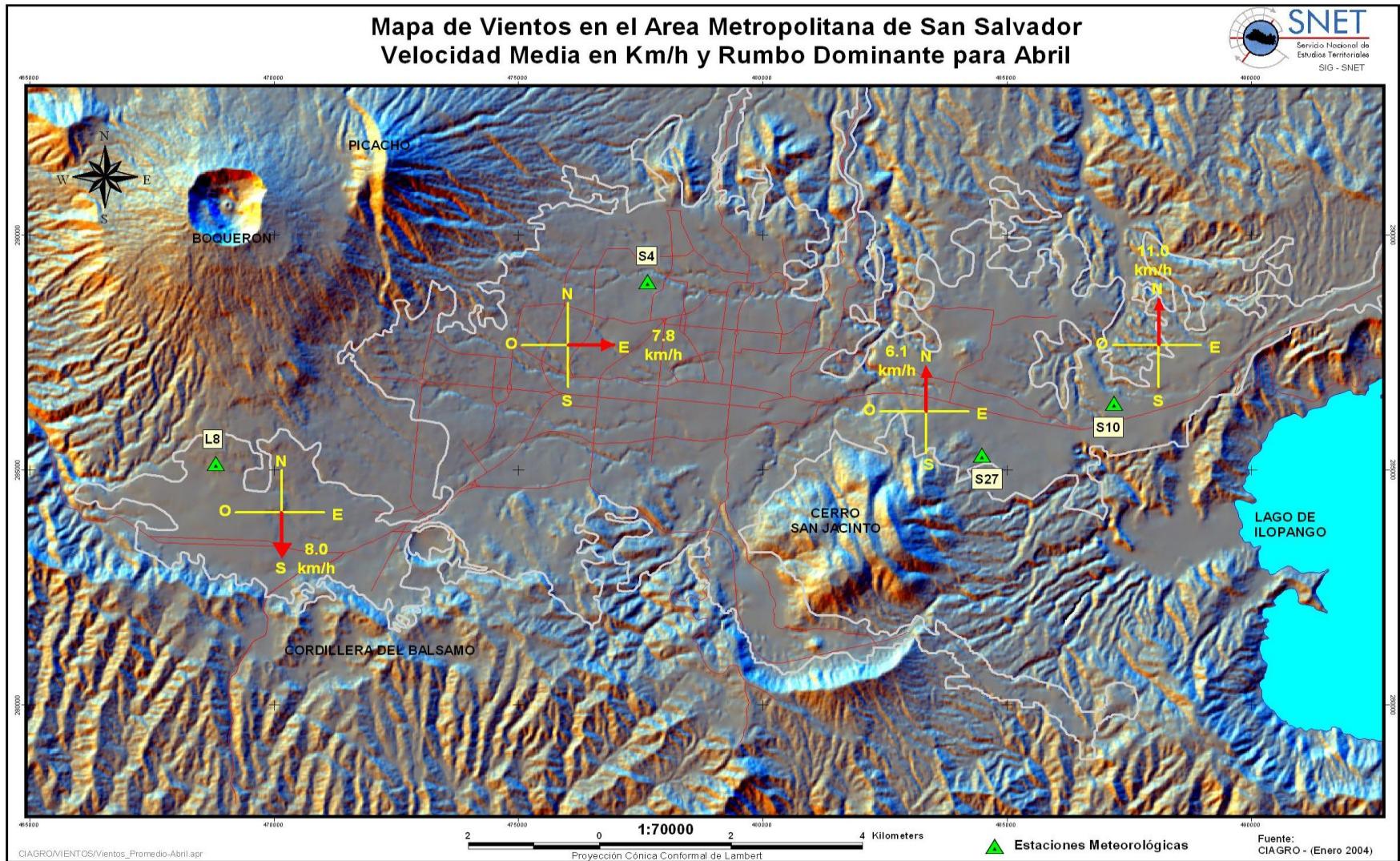
Mapa 7: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Febrero, AMSS.



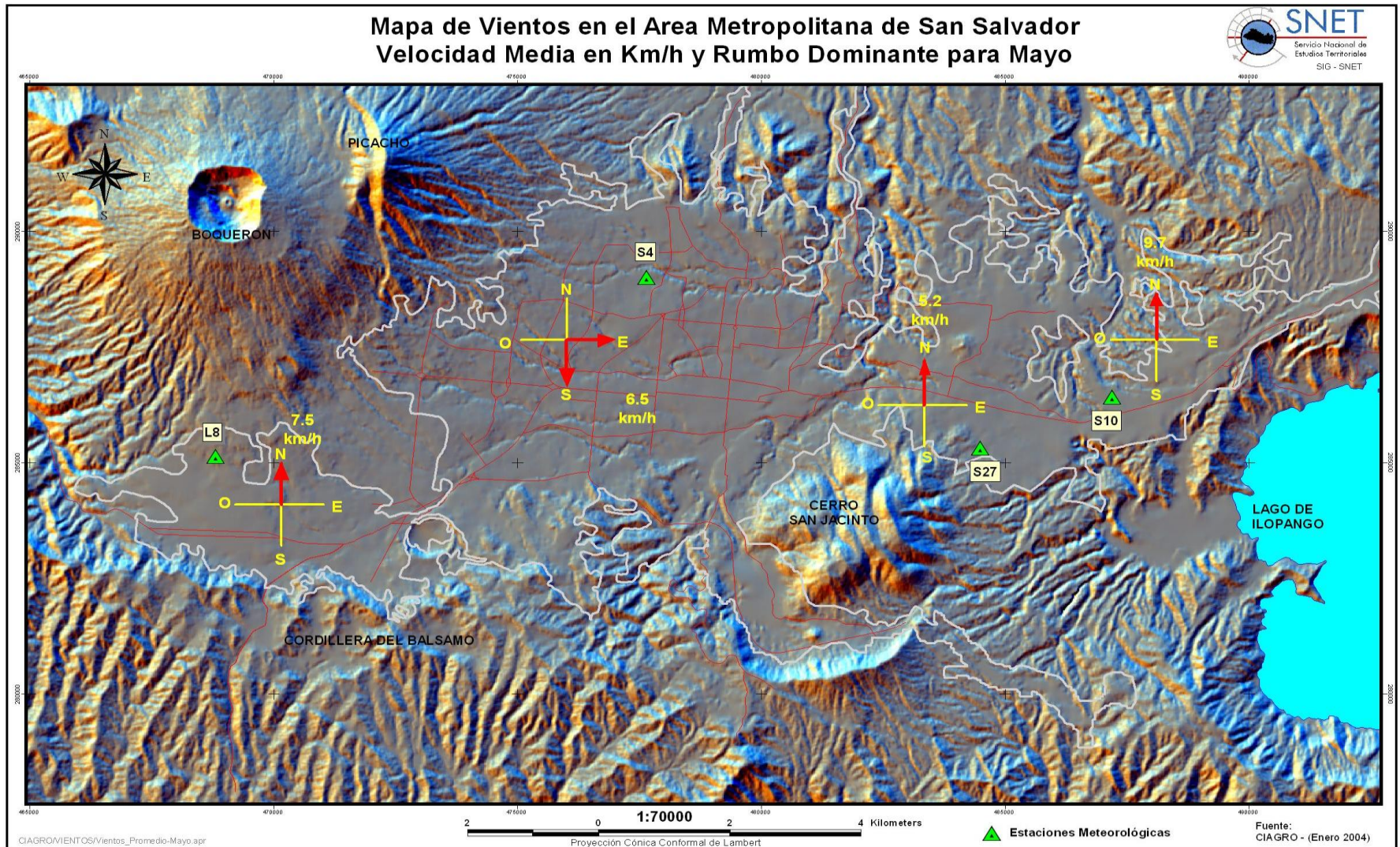
Mapa 8: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Marzo, AMSS.



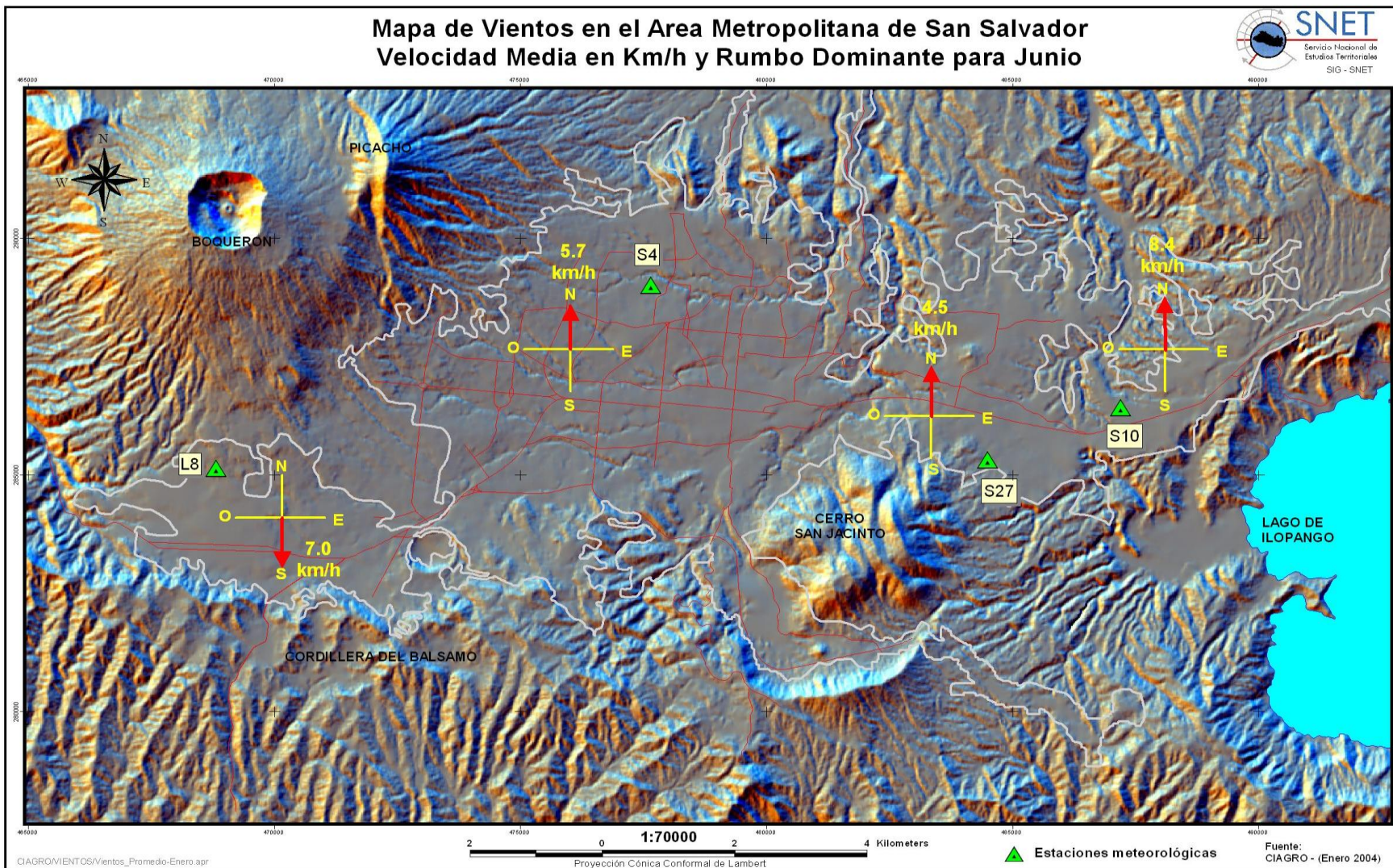
Mapa 9: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Abril, AMSS.



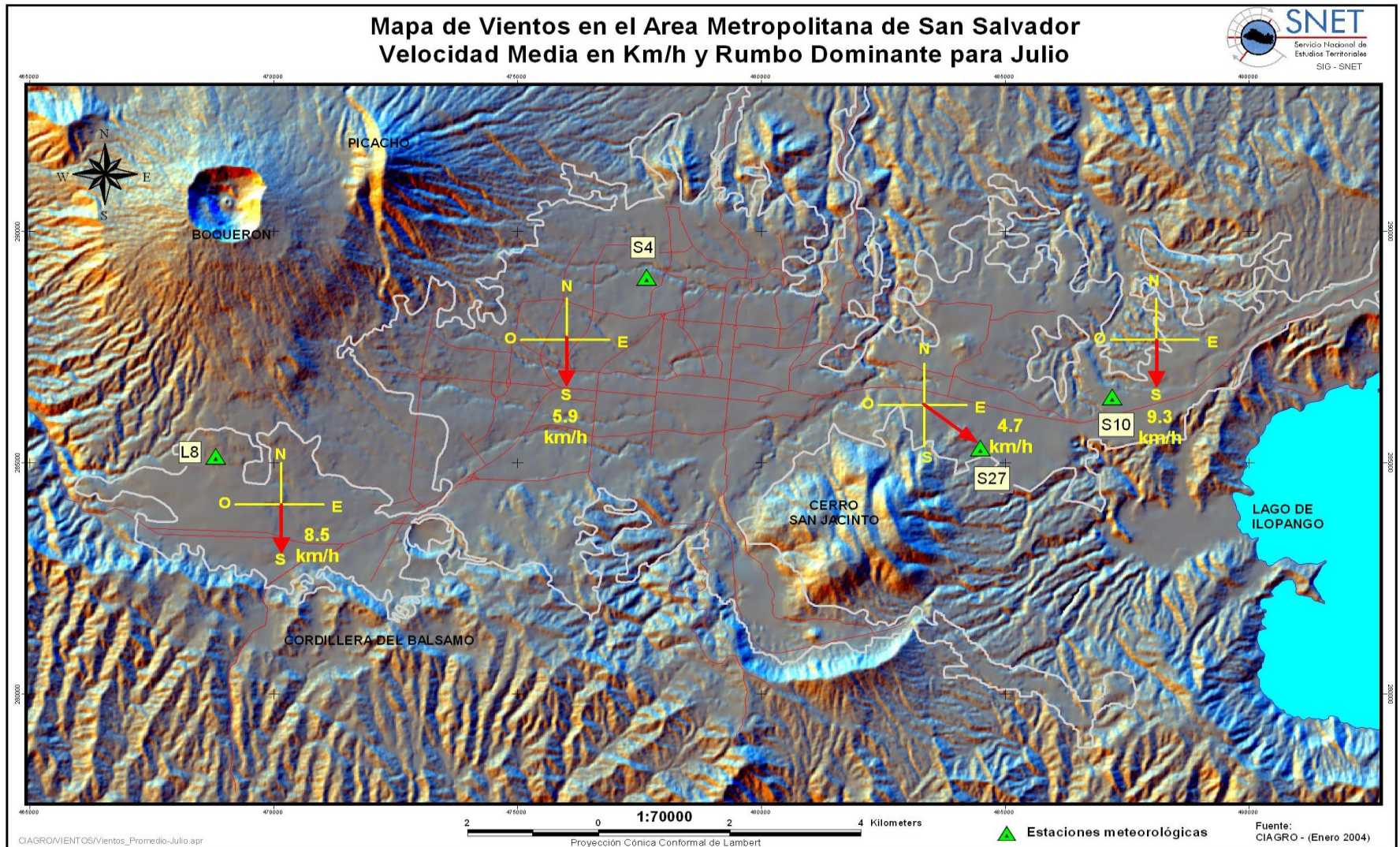
Mapa 10: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Mayo, AMSS.



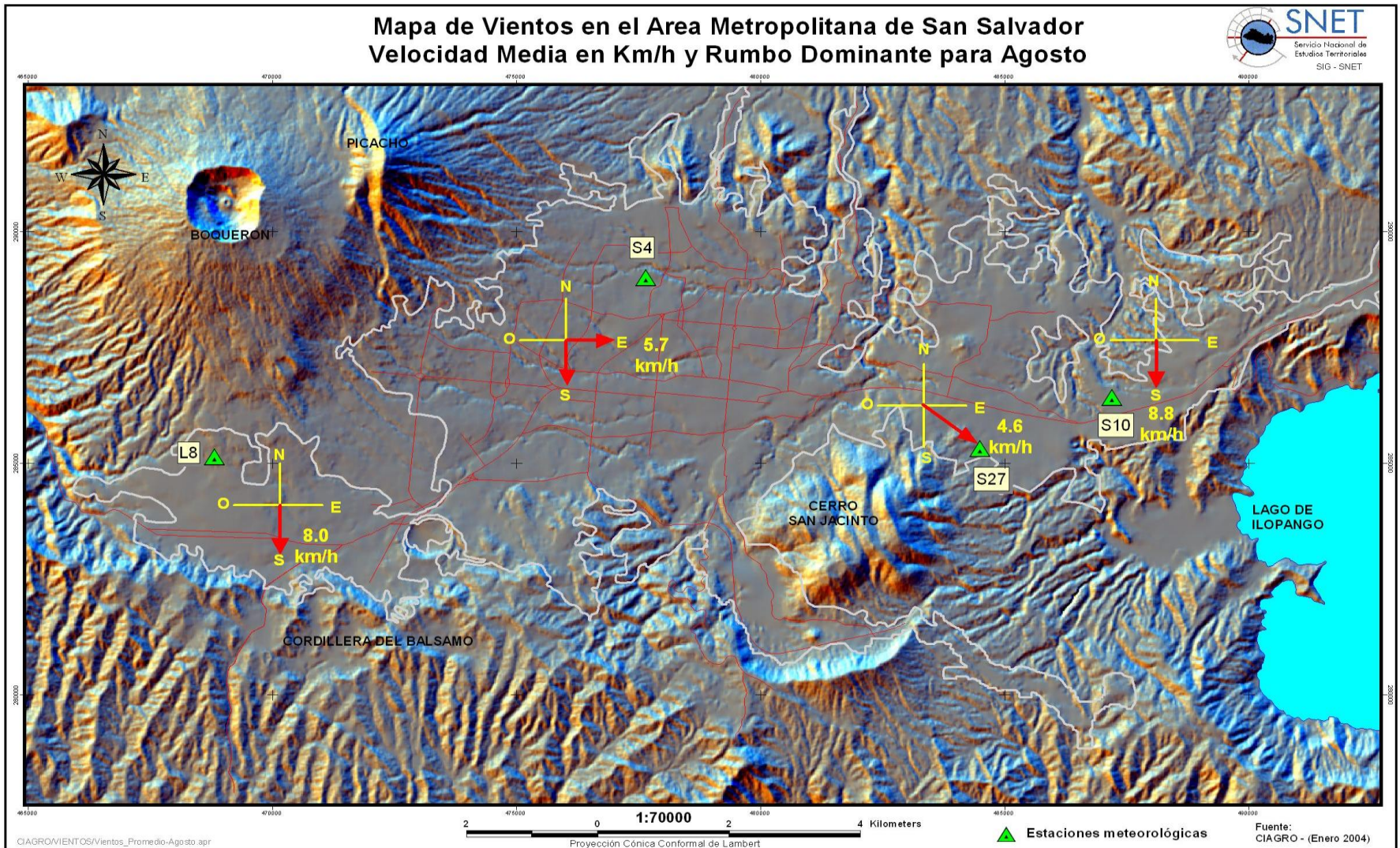
Mapa 11: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Junio, AMSS.



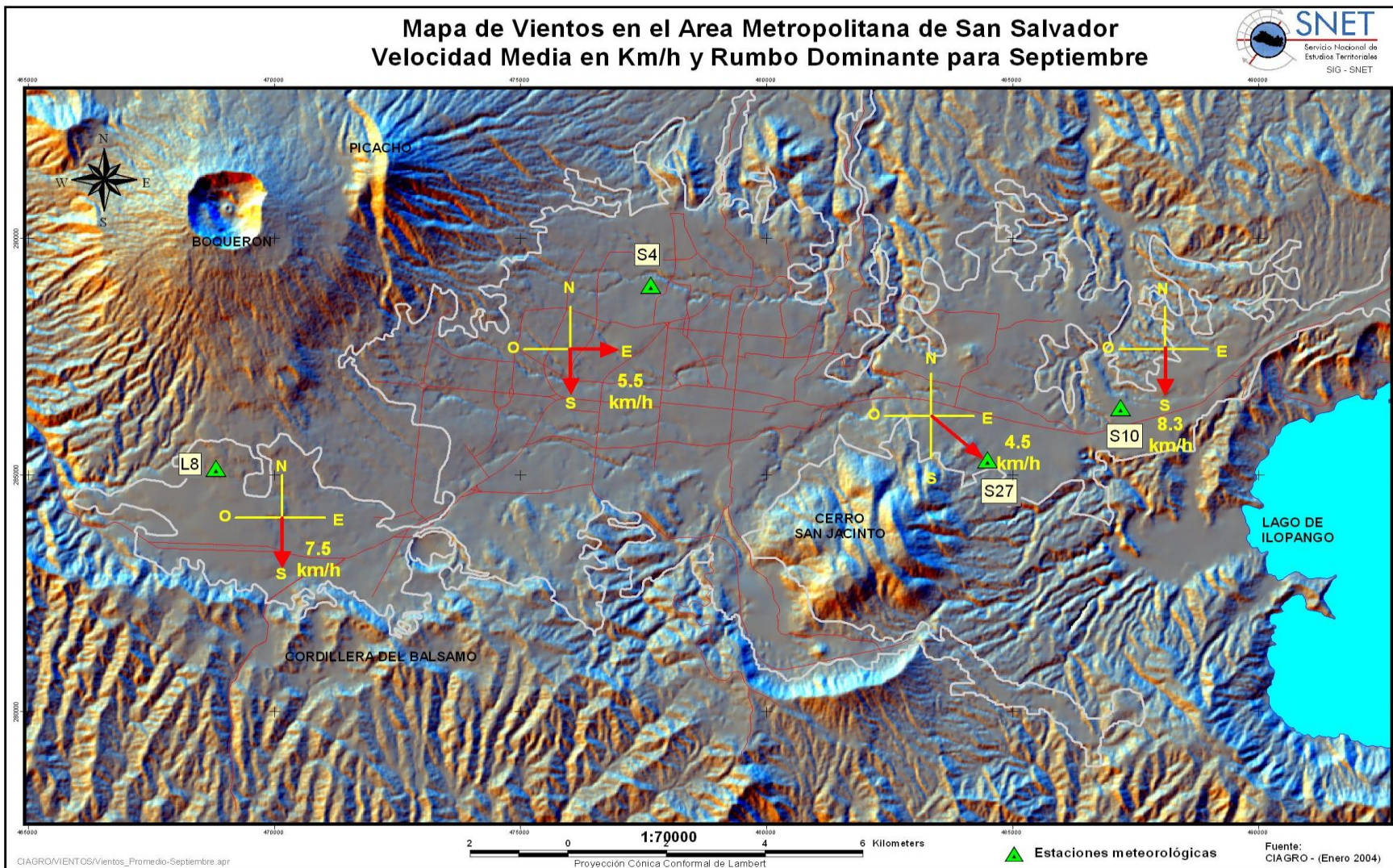
Mapa 12: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Julio, AMSS.



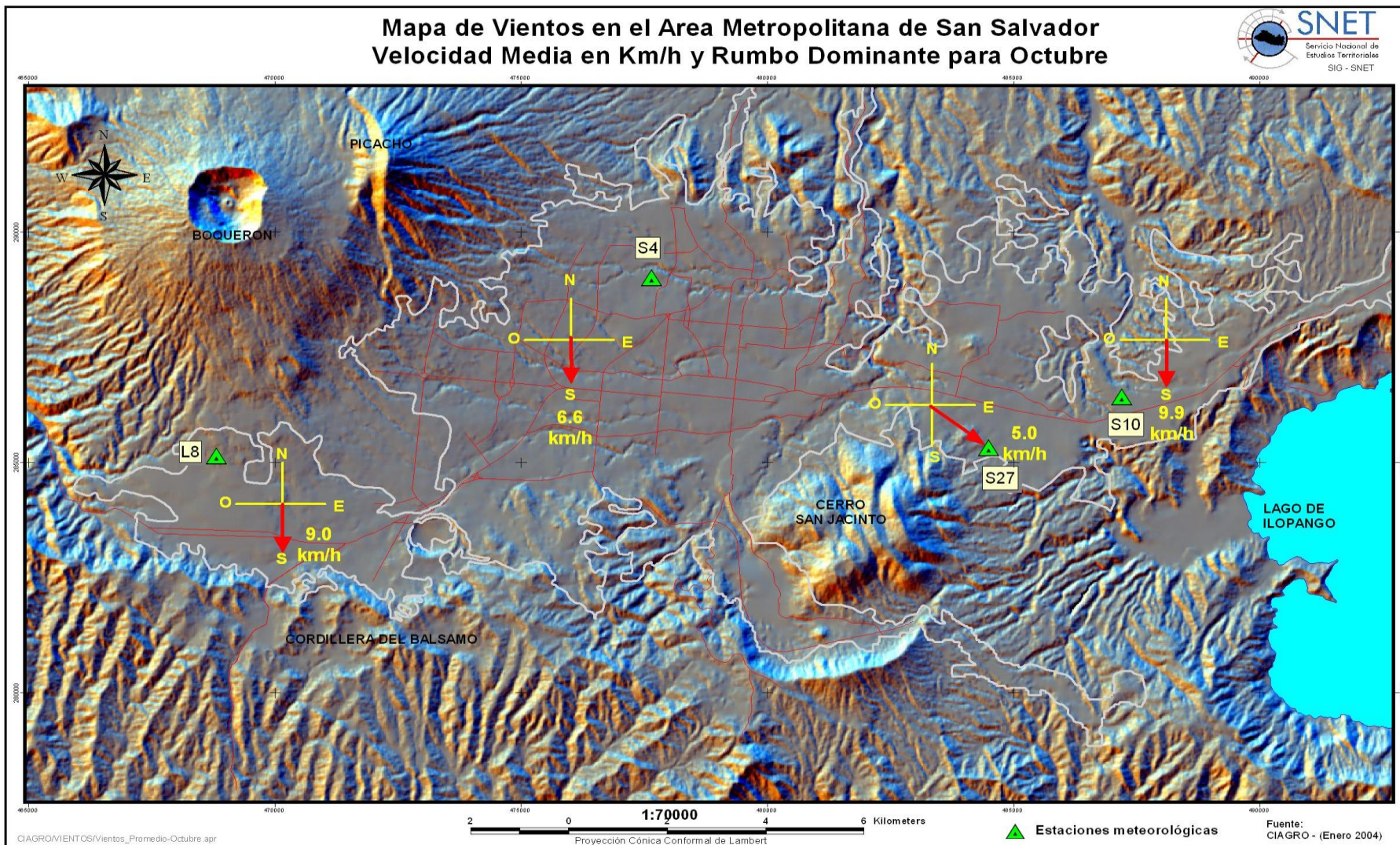
Mapa 13: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Agosto, AMSS.



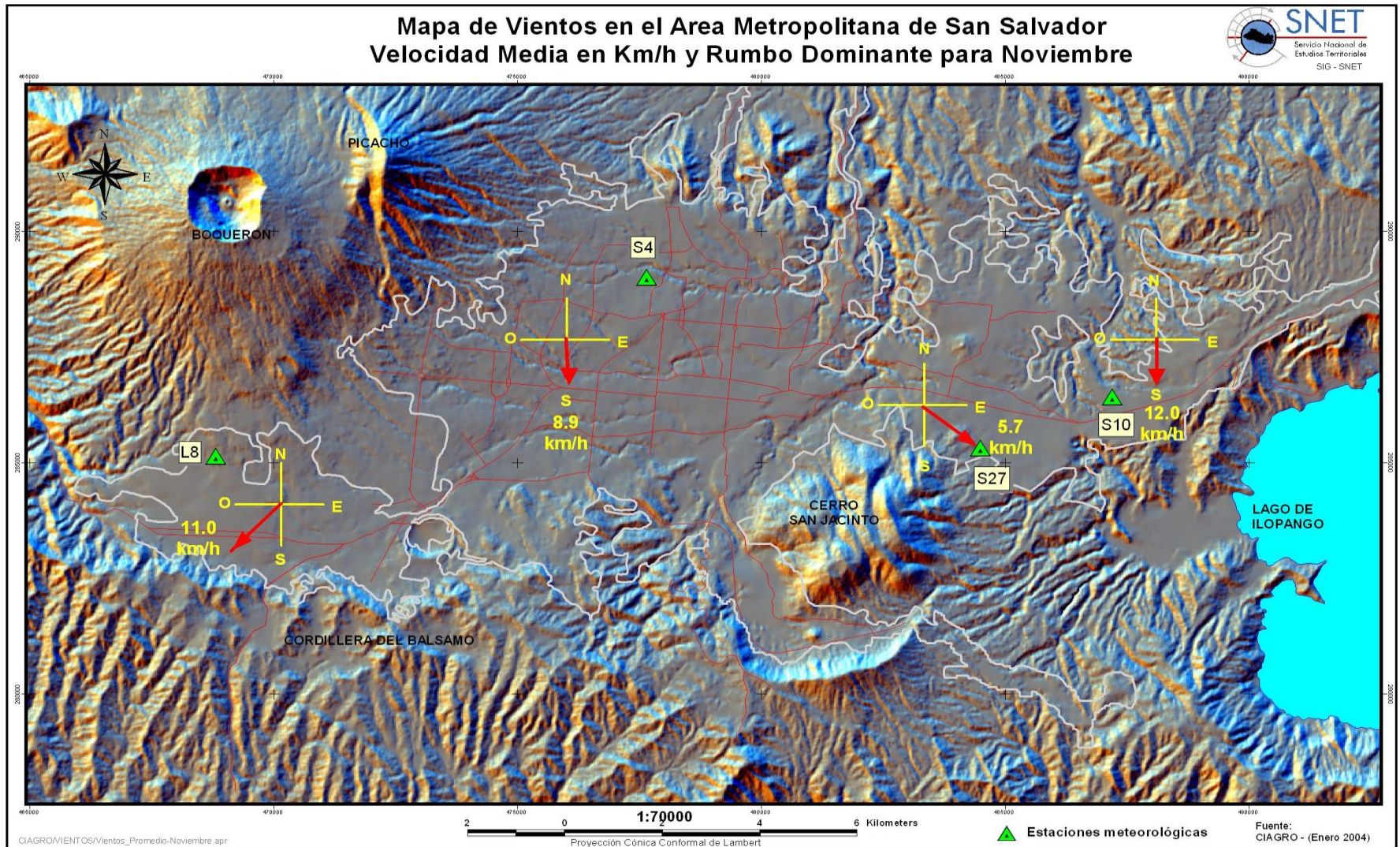
Mapa 14: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Septiembre, AMSS.



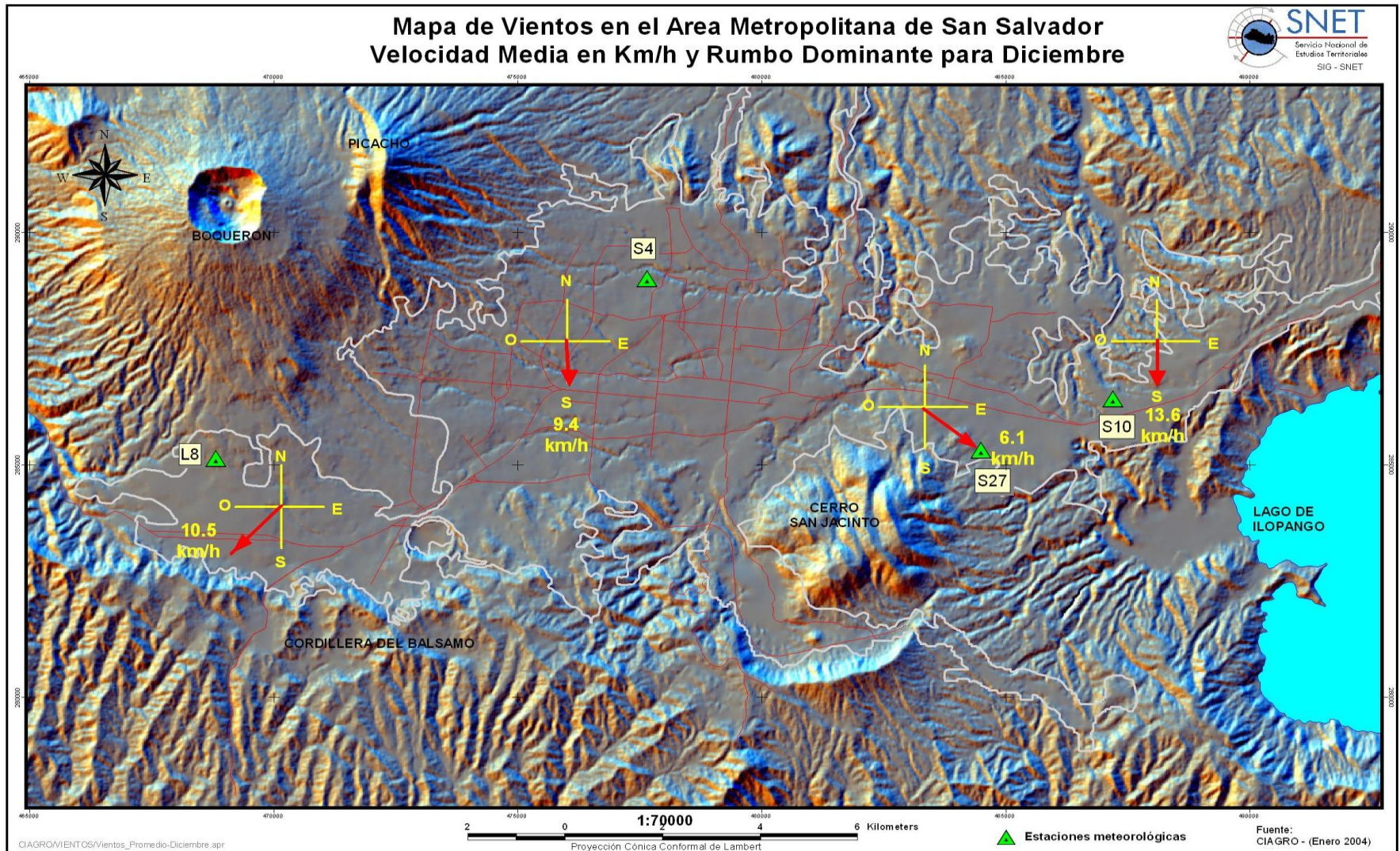
Mapa 15: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Octubre, AMSS.



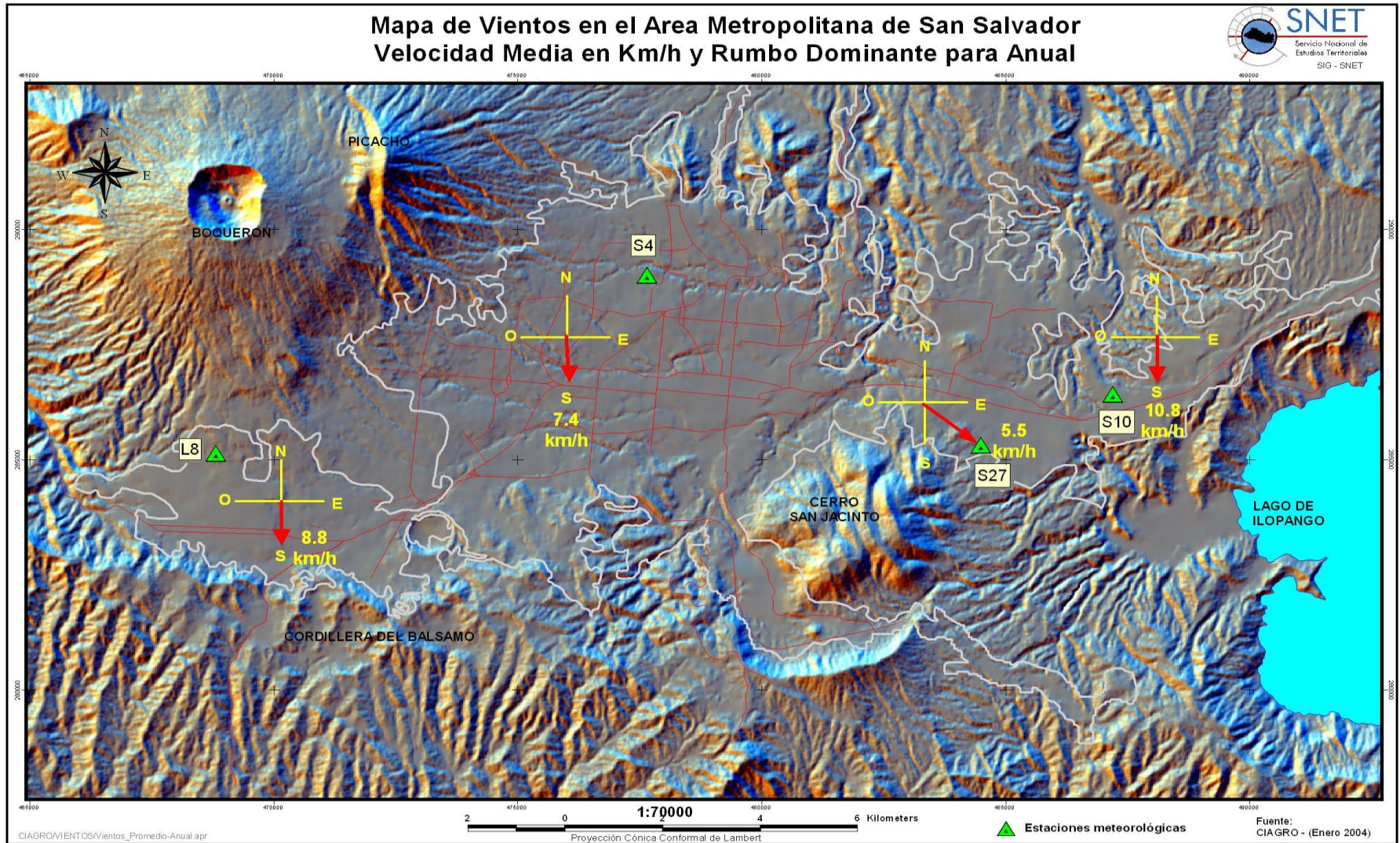
Mapa 16: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Noviembre, AMSS.



Mapa 17: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, mes de Diciembre, AMSS.



Mapa 18: Mapa vientos en estaciones meteorológicas, Anual, AMSS.



ANEXOS IV

Cuadros 1-9

DESCRIPCION DE LA BASE DE DATOS UTILIZADA

CUADRO N° 1

ESTACION	CODIGO	N° AÑOS	SERIE UTILIZADA	OBSERVACIONES
SAN SALVADOR ITIC	S5	20	1960-1979	La estación dejó de funcionar en 1980
AEROPUERTO ILOPANGO	S10	20	1985-2003	Se utilizó la serie más actual
ESTACION MATRIZ, SOYAPANGO	S27	9	1975-1983	La estación dejó de funcionar en 1984
SANTA TECLA	L8	20	1966-1985	La estación tiene series incompletas a partir de 1986

Nota: Para el análisis temporal de las variables más importantes se utilizó la estación de Ilopango con una serie más larga
Años utilizados: 1970-2001

ESTACION: SAN SALVADOR ITIC
 INDICE: S-4
 DEPARTAMENTO: SAN SALVADOR

LATITUD NORTE: 13° 43.6'
 LONGITUD OESTE: 89° 12.3'
 ELEVACION : 710 MSNM.

CUADRO N° 2

PARAMETROS / MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM
Precipitación mm	5.7	4.2	14.4	46.5	148.3	291.2	327.7	324.1	333.3	211.9	33.5	11.0	1751.7
Temperatura Máxima Promedio °C	30.3	31.5	33.0	33.2	32.1	30.7	31.0	30.9	30.2	30.0	29.3	29.8	31.0
Temperatura Mínima Promedio °C	16.3	16.5	17.7	18.8	19.3	19.0	18.6	18.6	18.7	18.7	17.8	16.8	18.1
Temperatura Seca Promedio °C	22.1	22.6	23.8	24.5	24.1	23.2	23.3	23.1	22.6	22.8	22.4	22.2	23.1
Temperatura Humeda Promedio °C	17.3	17.5	18.8	20.0	20.7	20.7	20.4	20.6	20.5	20.1	18.7	17.9	19.4
Humedad Relativa %	63	62	63	66	74	80	77	79	83	78	70	67	72
Viento (escala Beaufort)	1.7	1.6	1.4	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2	1.2	1.6	1.9	1.7	1.4
Nubosidad en /10	2	3	4	5	6	7	6	7	7	6	4	3	5.0
Luz Solar (horas)	9.5	9.6	9.6	8.6	7.3	6.4	8.2	7.8	6.2	7.4	8.3	9.5	8.2
Presión Atmosférica en milibares	4.1	3.9	3.4	3.3	3.3	3.2	3.9	3.6	2.8	2.9	3.8	4.0	3.5
Radiación Global (Calorías /cm²/día)	432.9	459.9	535.4	493.1	436.7	435.1	458.8	444.6	411.9	404.8	412.1	434.6	446.7

CUADRO N° 3

PARAMETROS / HORA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Temperatura Seca 07 horas	18.0	18.2	19.9	21.5	21.8	21.3	20.9	20.8	20.6	20.6	19.9	18.7	20.2
Temperatura Seca 14 horas	28.5	29.4	30.5	30.7	29.3	28.0	28.8	28.6	27.2	27.4	27.5	28.1	28.7
Temperatura Seca 21 horas	21.0	21.5	22.5	23.0	22.7	21.7	21.7	21.6	21.3	21.5	21.2	21.0	21.7
Humedad Relativa 07 horas	79	79	78	78	84	89	88	90	92	87	81	80	84
Humedad Relativa 14 horas	43	40	43	47	56	62	56	59	66	62	54	47	53
Humedad Relativa 21 horas	68	67	69	74	82	88	87	89	90	85	76	73	79
Lluvia noche	3.4	2.2	7.4	30.7	79.2	145.4	166.1	184.2	181.6	113.7	15.1	8.5	937.7
Lluvia mañana	0.0	0.0	0.2	1.4	23.5	32.9	10.2	10.4	35.2	18.8	3.2	0.8	136.7
Lluvia tarde	2.3	2.6	6.3	15.0	48.6	113.8	150.8	130.8	113.6	78.1	14.1	1.7	677.6
Viento 07 horas	1.5	1.4	1.2	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	0.9	1.3	1.7	2.0	1.2
Viento 14 horas	2.0	1.9	1.8	1.8	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.9	2.1	2.0	1.8
Viento 21 horas	1.7	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.3	1.1	1.2	1.4	1.8	1.7	1.3
Nubosidad 07 horas	1.8	2.2	3.3	4.7	5.9	6.9	6.0	6.5	7.4	6.4	4.2	2.3	4.8
Nubosidad 14 horas	3.6	3.7	4.7	5.3	6.3	7.0	6.1	6.3	7.3	6.5	4.8	3.8	5.4
Nubosidad 21 horas	2.2	2.1	3.0	4.2	5.7	7.1	7.0	7.0	7.0	6.4	3.7	2.3	4.8
Presión Atmosférica 07 horas	5.0	4.7	4.4	4.3	4.1	3.6	4.2	4.1	3.3	3.5	4.5	4.8	4.2
Presión Atmosférica 14 horas	2.6	2.8	1.9	1.9	2.0	2.2	3.0	2.5	1.6	1.3	2.2	2.4	2.2
Presión Atmosférica 21 horas	4.8	4.2	3.9	3.8	3.8	3.8	4.6	4.3	3.6	3.8	4.7	4.9	4.2

ESTACION: AEROPUERTO DE ILOPANGO
 INDICE: S-10
 DEPARTAMENTO: SAN SALVADOR

LATITUD NORTE: 13° 41,9'
 LONGITUD OESTE: 89° 07,1'
 ELEVACION : 615 m.s.n.d.m.

CUADRO N° 4

PARAMETROS / MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM
Precipitación mm	1.7	1.0	5.3	23.5	153.1	286.8	318.5	332.1	335.8	185.0	57.0	9.0	1708.8
Temperatura Máxima Promedio °C	30.6	31.2	32.4	32.8	31.2	30.2	30.4	30.4	29.4	29.5	29.8	29.5	30.6
Temperatura Mínima Promedio °C	17.0	16.7	18.2	19.8	20.3	19.9	19.4	19.6	19.6	19.3	18.5	16.6	18.7
Temperatura Seca Promedio °C	22.7	23.1	24.0	25.0	24.7	24.0	24.0	23.8	23.3	23.3	23.0	22.9	23.7
Temperatura Humeda Promedio °C	18.4	18.2	19.4	21.1	21.9	21.8	21.5	21.5	21.5	21.0	20.1	19.2	20.5
Humedad Relativa %	67	65	66	71	79	82	80	82	85	82	76	71	76
Viento (escala Beaufort)	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.4	1.5	1.6	1.4
Nubosidad en /10	3	3	3	5	7	7	7	8	8	7	5	3	5.5
Luz Solar (horas)	9.5	9.6	9.6	8.6	7.3	6.4	8.2	7.8	6.2	7.4	8.3	9.5	8.2
Presión Atmosférica en milibares	3.7	3.2	3.0	2.8	2.6	2.8	3.4	3.4	2.6	2.1	3.4	3.7	3.1

CUADRO N° 5

PARAMETROS / HORA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Temperatura Seca 07 horas	17.9	18.1	19.6	21.3	21.8	21.4	20.8	20.8	20.8	20.6	19.6	17.7	20.0
Temperatura Seca 14 horas	29.4	29.9	30.7	31.0	29.6	28.6	29.1	28.8	27.6	28.0	28.6	28.6	29.2
Temperatura Seca 21 horas	21.7	22.2	23.0	23.9	23.6	23.0	23.1	22.8	22.4	22.3	22.0	22.0	22.6
Humedad Relativa 07 horas	84	83	82	84	89	93	93	93	95	92	88	82	88
Humedad Relativa 14 horas	44	42	45	50	61	65	61	64	70	65	57	49	56
Humedad Relativa 21 horas	72	68	73	79	86	89	87	89	90	88	83	77	82
Lluvia noche	1.5	0.7	3.5	14.9	106.2	149.4	162.2	178.6	192.0	81.7	24.8	4.0	919.4
Lluvia mañana	0.0	0.0	0.6	0.3	11.8	21.0	12.4	15.2	28.9	19.5	1.8	0.6	112.2
Lluvia tarde	0.3	0.4	1.4	8.2	42.3	119.7	142.9	143.6	113.0	83.6	28.6	2.7	686.7
Viento 07 horas	1.4	1.2	1.1	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	0.9	1.2	1.4	1.5	1.2
Viento 14 horas	1.9	2.0	2.1	2.2	1.8	1.6	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	1.9	1.8
Viento 21 horas	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.1	1.2	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2
Nubosidad 07 horas	2.0	2.5	3.5	5.0	6.8	7.6	7.4	7.8	8.2	7.2	4.8	2.8	5.5
Nubosidad 14 horas	3.8	3.7	4.0	5.2	6.8	7.6	7.3	7.6	8.3	7.3	5.5	4.0	5.9
Nubosidad 21 horas	2.5	2.5	3.0	4.6	6.5	7.3	7.8	8.2	8.2	6.7	4.1	2.7	5.3

ESTACION: SANTA TECLA
 INDICE: L-8
 DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

LATITUD NORTE: 13° 41.2'
 LONGITUD OESTE: 89° 17.3'
 ELEVACION: 965 m.s.n.m.

CUADRO N° 8

PARAMETROS / MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM
Precipitación mm	7.8	2.0	15.0	43.1	165.5	313.4	345.9	323.5	344.0	222.6	36.7	9.2	1828.7
Temperatura Máxima Promedio °C	28.5	29.8	30.8	30.7	29.5	28.6	29.6	29.3	28.2	28.2	26.6	27.8	29.0
Temperatura Mínima Promedio °C	13.7	13.1	14.0	15.3	16.3	17.3	16.8	17.0	17.1	16.9	14.8	14.5	15.6
Temperatura Seca Promedio °C	19.0	19.4	20.4	21.3	21.4	21.1	21.3	21.1	20.6	20.5	18.9	19.1	20.3
Temperatura Humeda Promedio °C	15.8	16.0	17.2	18.6	19.4	19.5	19.1	19.2	19.1	18.8	16.5	16.3	18.0
Humedad Relativa %	73	72	74	77	84	86	81	84	87	85	74	76	79
Viento (escala Beaufort)	2.0	2.0	1.7	1.6	1.4	1.4	1.7	1.6	1.6	1.7	2.0	2.0	1.7
Nubosidad en /10	3	4	5	7	8	8	7	8	8	7	5	4	6.0
Luz Solar (horas)	9.6	9.5	8.9	7.7	6.1	5.6	7.4	7.4	5.8	6.5	8.3	9.4	7.7
Rumbo del viento	NE	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	NE	N

CUADRO N° 9

PARAMETROS / HORA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Temperatura Seca 07 horas	15.4	15.9	17.4	19.1	20.0	19.8	19.3	19.2	19.2	19.0	17.8	16.4	18.2
Temperatura Seca 14 horas	26.4	27.1	27.5	27.4	26.0	25.5	26.9	26.4	24.9	25.1	25.6	25.7	26.2
Temperatura Seca 21 horas	17.2	17.4	18.4	19.4	19.8	19.5	19.5	19.4	19.2	19.0	18.1	17.2	18.7
Humedad Relativa 07 horas	89	88	88	87	92	93	92	94	96	93	88	89	91
Humedad Relativa 14 horas	47	46	50	57	68	70	59	62	71	68	58	52	59
Humedad Relativa 21 horas	83	82	83	88	92	94	92	94	94	93	87	86	89
Lluvia noche	5.1	1.7	5.5	22.9	87.2	146.2	158.7	170.1	167.1	110.6	13.2	5.1	74.5
Lluvia mañana	0.0	0.1	1.4	2.5	29.5	51.3	21.4	25.0	73.7	27.6	6.1	0.2	19.9
Lluvia tarde	3.3	1.3	7.1	21.8	52.9	116.4	165.7	132.0	101.3	84.4	16.8	3.8	58.9
Viento 07 horas	2.1	2.0	1.6	1.3	1.3	1.4	1.7	1.6	1.6	1.8	2.3	2.2	1.8
Viento 14 horas	2.3	2.5	2.4	2.3	1.9	1.8	2.0	2.1	2.0	2.0	2.3	2.3	2.1
Viento 21 horas	1.5	1.5	1.2	1.1	1.0	1.1	1.3	1.2	1.2	1.3	1.7	1.5	1.3
Nubosidad 07 horas	3.0	3.4	4.4	6.4	7.6	7.9	7.1	7.6	8.1	7.3	4.9	3.2	5.9
Nubosidad 14 horas	4.5	4.8	5.8	7.3	8.1	7.9	7.2	7.4	8.2	7.4	5.7	4.5	6.6
Nubosidad 21 horas	2.7	2.7	3.9	6.0	7.3	8.0	8.0	8.2	8.4	7.0	3.9	2.9	5.7