

**METEOROLOGÍA—HIDROLOGÍA—AGROMETEOROLOGÍA—AMBIENTE**

**AÑO IV, N° 08 AGOSTO, 2004**

# **BOLETÍN METEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO DEL PERÚ**

**PUBLICACIÓN TÉCNICA MENSUAL DE DISTRIBUCIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL  
DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI**



*Organismo Rector de las Actividades  
Meteorológicas e Hidrológicas en el Perú*

# SENAMHI

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI es un organismo público descentralizado del Sector Defensa, con personería jurídica de derecho público interno y autonomía técnica, administrativa y económica, dentro de los límites del ordenamiento legal del Sector Público.

El SENAMHI tiene la finalidad de planificar, organizar, coordinar, normar, dirigir y supervisar las actividades meteorológicas, hidrológicas, ambientales y conexas, mediante la investigación científica, la realización de estudios y proyectos y la prestación de servicios en materia de su competencia.

Mayor General FAP  
**MIGUEL ANGEL GOMEZ VIZCARRA**  
Jefe del SENAMHI

Coronel FAP  
**RAFAEL CAMPOS CRUZADO**  
Director Técnico del SENAMHI

Comandante FAP  
**LUIS SOTOMAYOR GOMEZ**  
Secretario General

**May.FAP JUAN CORONADO LARA**  
Director General de Meteorología

**Ing. JORGE YERREN SUAREZ**  
Director General de Hidrología y Recursos Hídricos

**Ing. CONSTANTINO ALARCON VELAZCO**  
Director General de Agrometeorología

**MSc. IRENE TREBEJO VARILLAS**  
Directora General de Investigación y Asuntos Ambientales

EDITOR

**Ing. José Silva Cotrina**

DISEÑO Y DIAGRAMACION  
**JUAN G. ULLOA NINAHUAMAN**

---

## PERSONAL QUE PARTICIPA EN LA ELABORACIÓN DEL MATERIAL DEL PRESENTE BOLETÍN

### **Dirección General de Meteorología**

Ing.Met.Ena Jaimes Espinoza  
Ing. Met. Jorge Chira La Rosa  
Ing.Met.Wilmer Pulache Vilchez  
Bach.Met.Nelson Quispe Gutierrez  
Ing. Miguel Vara Quispe  
Ing.Pesq.Juan Bazo Zambrano  
Lic.Alberto Milla Loli  
Bach Amb.Lourdes Menis Alvarez  
Bach. Amb. Carmen Reyes Bravo

### **Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos**

Ing.Fernando Vegas Galdos  
Sra. Rebeca Tuesta Parra

### **Dirección General de Agrometeorología**

Ing.Janet Sanabria Quispe  
Ing.Wilfredo Yzarra Tito  
Bach.Amb.Karim Quevedo Caiña  
Srta.Lucinda Montañés Alba

### **Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales**

Bach.Amb.Zarela Montoya Cabrera  
Sr. César Valverde Pastor  
Sr. Jose Luis Espiritu Ortiz

# EDITORIAL

*El Boletín Meteorológico e Hidrológico del Perú, en su octava edición del volumen IV correspondiente al mes de agosto del 2004, presenta tanto el análisis y evaluación de la dinámica del sistema acoplado océano-atmósfera-continente sudamericano en continua evolución y su interacción con las condiciones meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y ambientales a escala nacional y local, registradas en los sistemas observacionales nacional y global, así como las perspectivas para el mes de setiembre del 2004.*

*De este modo, los sistemas océano-atmosféricos se mostraron variables; así, la costa norte del Perú se vió influenciada por la presencia de aguas cálidas a consecuencia del arribo de una onda oceánica (Kelvin) que ocasionó anomalías positivas ( $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ) hasta los 100m de profundidad. Asimismo, ingresos de sistemas frontales ocasionaron descensos de temperaturas que afectaron severamente la zona altoandina sur; principalmente, con la ocurrencia de nevadas que causaron fuertes impactos en la salud y economía de la población de amplias áreas de esa región. Asimismo, las heladas meteorológicas se incrementaron en espacio, tiempo e intensidad, registrándose en localidades de la sierra centro y norte, inclusive. Las condiciones descritas, hacen prever que en la mayor parte del territorio se presentarán lluvias en cantidades muy cercanas a sus valores normales, siendo ligeramente superiores en la sierra norte y sur. Sin embargo, en la región costera, pese a la proximidad de la estación primaveral, aún se presentarán todavía, días nublados con presencia de lloviznas, las cuales serán cada vez menos frecuentes.*

*Relacionado a lo anterior, tomando en cuenta que se está en el inicio del periodo lluvioso, las precipitaciones no serán suficientes para humedecer la parte alta de las cuencas, por lo que se prevé que los caudales y niveles de los principales ríos de la vertiente del Pacífico continuarán manteniendo su comportamiento deficitario en relación a su normal; los ríos de la vertiente del lago Titicaca presentarán caudales cercanos a sus valores normales; y los de la vertiente del Atlántico, presentarán niveles y caudales que alcanzarán sus normales durante el mes de Setiembre.*

*Con respecto a las condiciones agrometeorológicas, considerando que en la zona altoandina la mayor parte de los terrenos agrícolas se encuentran en descanso e inicio de preparación, las lluvias pronosticadas de intensidad normal para esta región, sólo causarán impactos para cultivos en zonas localizadas en plena evolución, como la papa, teniéndose que aplicar riego suplementario. En la selva norte, las lluvias de intensidad normal no podrán cubrir tampoco los requerimientos hídricos de cultivos importantes de esa región como arroz, café, maíz y frutales, en diferentes fases de evolución. Asimismo, en la región costera, no se dispondrá de las cantidades requeridas para el inicio de la campaña agrícola 2004/2005.*

*En cuanto a los Asuntos Ambientales, durante este mes el SENAMHI, a través de la Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales, inició actividades de monitoreo de Ozono Troposférico en el valle de Ica durante un mes, a partir del día 11 del presente, para la recopilación de información que permitirá determinar los impactos de este contaminante en la calidad del aire para la salud y en la baja de los rendimientos de los cultivos agrícolas. De otro lado, el día 13, personal profesional participó en las celebraciones del "Día Interamericano de la Calidad del Aire", organizado por el CONAM. Así también, la empresa consultora PA. Consulting, en estrecha coordinación con el SENAMHI, continúa en pleno proceso de evaluación de las capacidades y fortalezas institucionales tras habersele proporcionado toda la información al respecto de los integrantes del Grupo de Trabajo "Implementación de la red de monitoreo y sistema de pronóstico de calidad del aire en Lima-Callao". Con respecto a las investigaciones, el análisis de la variación espacial de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) muestra la configuración de tres centros de altos niveles de contaminación: El más intenso del mes ubicado al norte de la ciudad (20,7 t/km<sup>2</sup>/mes), el segundo en la zona centro-este (18,3 t/km<sup>2</sup>/mes) y el tercero hacia el cono sur (entre 15-25 t/km<sup>2</sup>/mes); en general el 62% de las estaciones de muestreo de la Zona Metropolitana de Lima-Callao superaron los niveles referenciales de la OMS (5t/km<sup>2</sup>/mes), con excepción de la estrecha franja paralela a la costa y de parte de algunos distritos residenciales. La conjugación de los resultados del monitoreo de calidad del aire, con el análisis de la información meteorológica de superficie y de altura, que muestra en lo que va del año la más intensa estabilidad atmosférica (2° C/100m) con su base a 848 msnm y la alta humedad relativa en 9 de los 24 días con observaciones (38%) que ocasionó garúas principalmente en los distritos adyacentes al litoral, constituyeron, en una forma muy relativa, buenas condiciones de calidad del aire en amplias áreas de la capital, con excepción de las zonas críticas.*

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
- SENAMHI -**

**BOLETÍN  
METEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO  
DEL PERÚ**

***ÍNDICE***

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES OCEANO-ATMOSFÉRICAS: AGOSTO 2004 .....</b>                         | <b>05</b> |
| 1. Condiciones a macro escala .....  | 05        |
| 2. Análisis sinóptico .....  | 07        |
| 3. Condiciones climáticas a nivel nacional .....   | 14        |
| 4. Perspectivas climáticas .....   | 19        |
| <b>II. EVALUACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO<br/>DE LOS PRINCIPALES RÍOS DEL PERÚ: AGOSTO 2004 .....</b>  | <b>22</b> |
| 1. Vertiente del océano Pacífico .....   | 23        |
| 2. Vertiente del lago Titicaca .....   | 26        |
| 3. Vertiente del Amazonas o Atlántico .....  | 28        |
| 4. Conclusiones .....  | 31        |
| 5. Tendencia hidrológica .....   | 31        |
| <b>III. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLÓGICAS: AGOSTO 2004 .....</b>                        | <b>32</b> |
| 1. Índices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos: costa, sierra y selva ..... | 32        |
| 2. Tendencias agrometeorológicas .....   | 39        |
| <b>IV. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES: AGOSTO 2004 .....</b>                                | <b>44</b> |
| 1. Cuenca atmosférica Lima y Callao .....  | 48        |
| 2. Metodología .....   | 50        |
| 3. Resultados del monitoreo ambiental .....  | 50        |
| 4. Conclusiones .....  | 58        |

## I. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES OCÉANO - ATMOSFÉRICAS: AGOSTO 2004

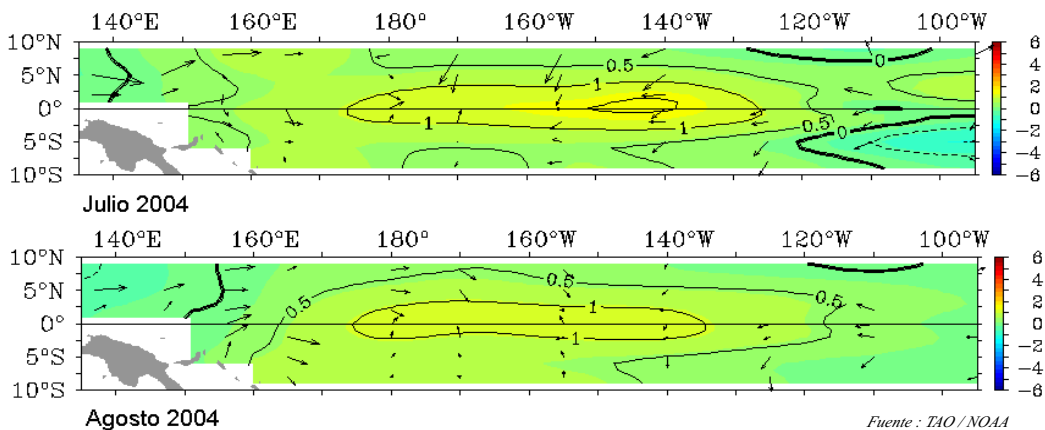
### 1. CONDICIONES A MACRO ESCALA

#### 1.1 Temperatura de agua de mar : Superficial y a Profundidad

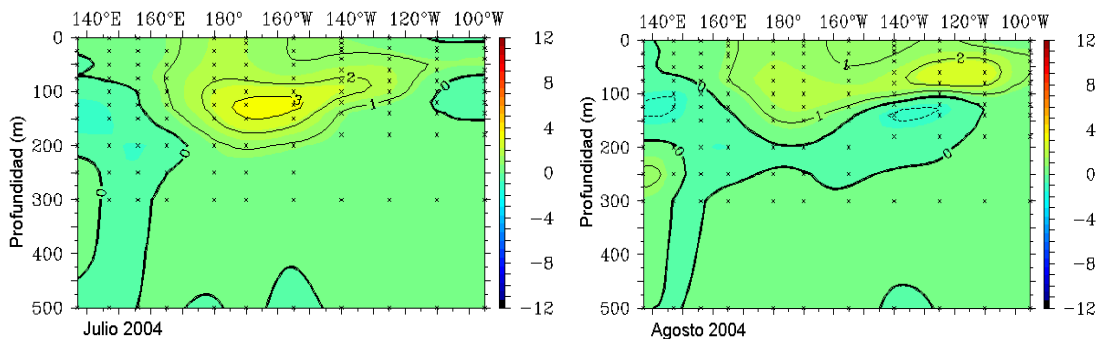
La Temperatura Superficial del Mar (TSM) en el Pacífico Ecuatorial continuó presentando anomalías positivas en gran parte de su área, registrándose anomalías hasta de 1,0°C en el Pacífico central, ligeramente menor a lo observado en julio; en tanto que en el Pacífico oriental, frente a las costas del Ecuador y norte de Perú, se observó un incremento de la TSM, lo que se manifestó en el promedio mensual con temperaturas dentro de su variabilidad climatológica. **Figura 1.**

La Temperatura Subsuperficial del Agua de Mar (TSSM) en el Pacífico ecuatorial disminuyó con respecto al mes de julio. Se observó el avance de las aguas cálidas hacia la costa norte de Perú a consecuencia del arribo de una onda oceánica (Kelvin) que transportó energía y ocasionó la presencia de anomalías positivas de 2,0°C en el Pacífico oriental y de 1,0°C en el Pacífico central a una profundidad de 100 metros. Por otro lado, se observaron núcleos pequeños con anomalías negativas de -0,5°C a los 140°E y 130°W a una profundidad de 150 metros. **Figura 2.**

**Figura 1. Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) 10°N - 10°S**



**Figura 2. Anomalía de la temperatura subsuperficial de agua de mar (°C) 2°N - 2°S**

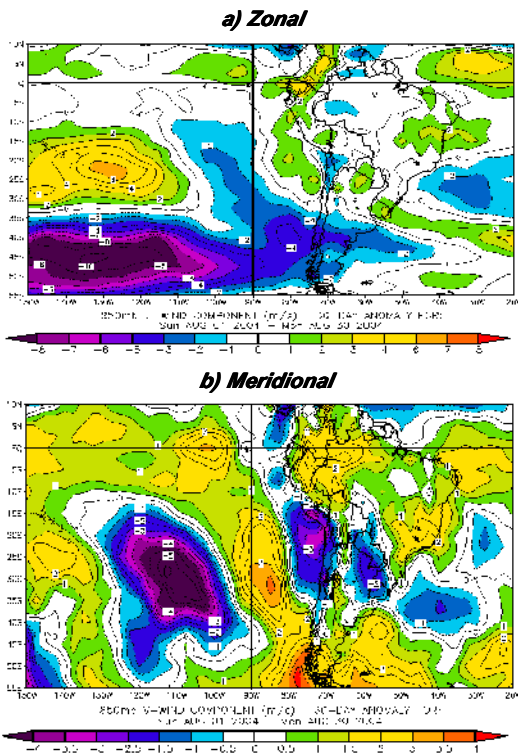


## 1.2 Vientos Ecuatoriales en el Pacífico Ecuatorial

Respecto al comportamiento de los vientos en el Océano Pacífico ecuatorial, la componente zonal (Este u Oeste) en el Pacífico occidental, Central y Oriental (frente a las costas de Ecuador y norte de Perú), presentó vientos con anomalías del Oeste, con mayor intensidad en el Pacífico oriental. **Figura 3a.**

En cuanto a la componente meridional (Norte o Sur) se observaron vientos moderados de componente Sur en el Pacífico central y parte del oriental; frente a la costa norte y centro los vientos presentaron un comportamiento dentro de su variabilidad normal; en tanto que la costa sur mostró presencia de vientos débiles. **Figura 3b.**

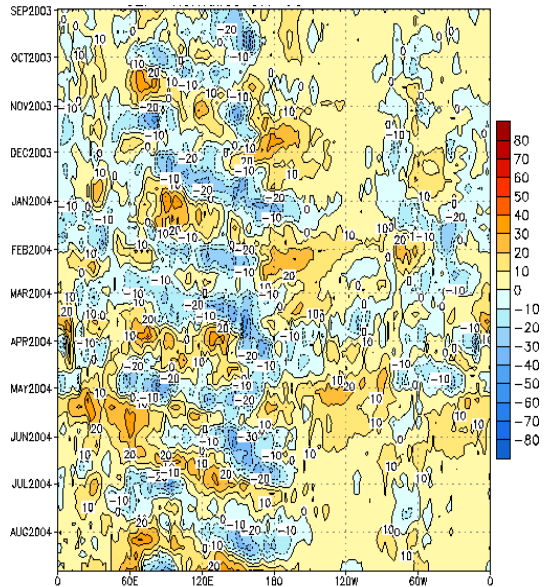
**Figura 3. Anomalía de los vientos a 850 hPa**



En referencia a la actividad convectiva evaluada en el Pacífico ecuatorial mediante la Radiación de Onda Larga (ROL), la Zona de Convergencia en el Pacífico ecuatorial osciló entre los 7° y 12° N, posición al sur de lo normal, observándose una mayor formación de nubosidad en el Océano Pacífico oriental; mientras que en el Pacífico central y occidental la actividad convectiva disminuyó respecto al mes de julio. **Figura 4.**

En referencia a la actividad convectiva, evaluada en el Pacífico Ecuatorial mediante la Radiación de Onda Larga (ROL), la Zona de Convergencia en el Pacífico ecuatorial osciló entre los 8° y 10° N, posición al sur de lo normal; mostrando una actividad convectiva entre moderada a fuerte en forma continua sobre el Pacífico central.

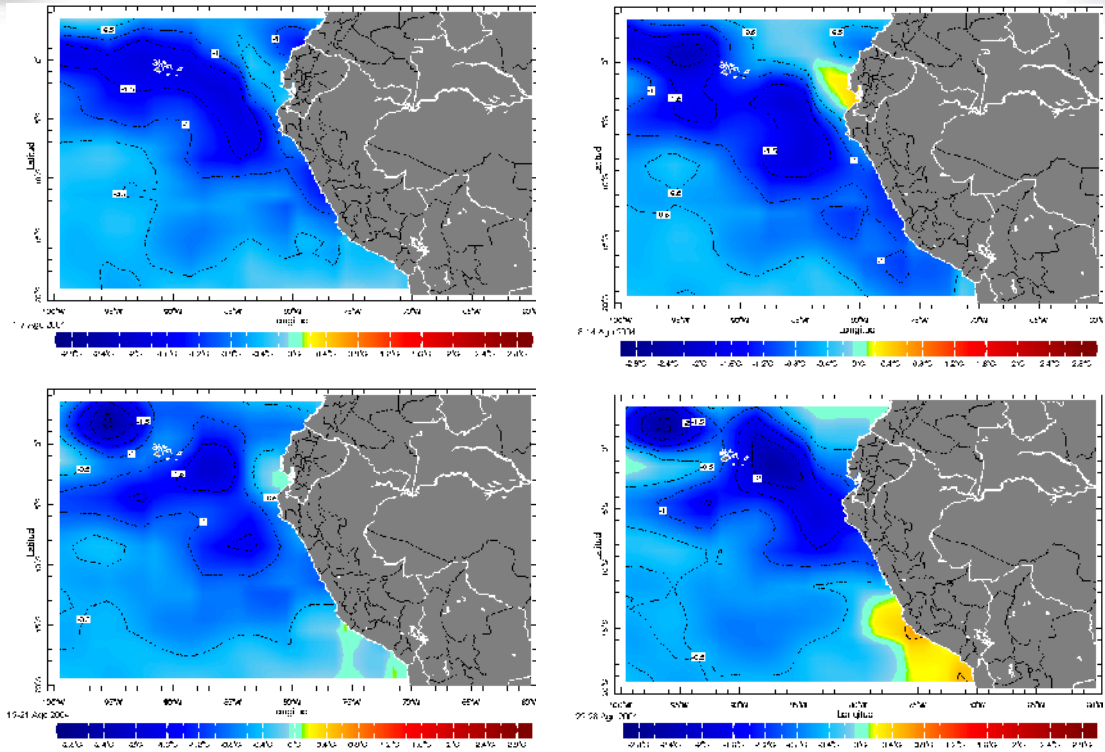
**Figura 4. Anomalía de la Radiación de Onda Larga (5°N-5°S)**



## 1.3 Condiciones Locales en la Costa Peruana

La temperatura del agua de mar frente al litoral peruano continuó presentando condiciones frías, a excepción de la segunda semana del mes de agosto en que se registraron anomalías positivas de +0,5°C en el extremo norte del país (costas de Tumbes y Piura); en tanto, en la última semana del mes, se presentaron anomalías positivas en la costa sur que alcanzaron valores hasta de 1,0°C. **Figura 5.**

**Figura 5. Anomalia de la Temperatura del agua de mar en el litoral peruano**



Fuente: Datos NOAA-CMB

## 2. ANALISIS SINOPTICO

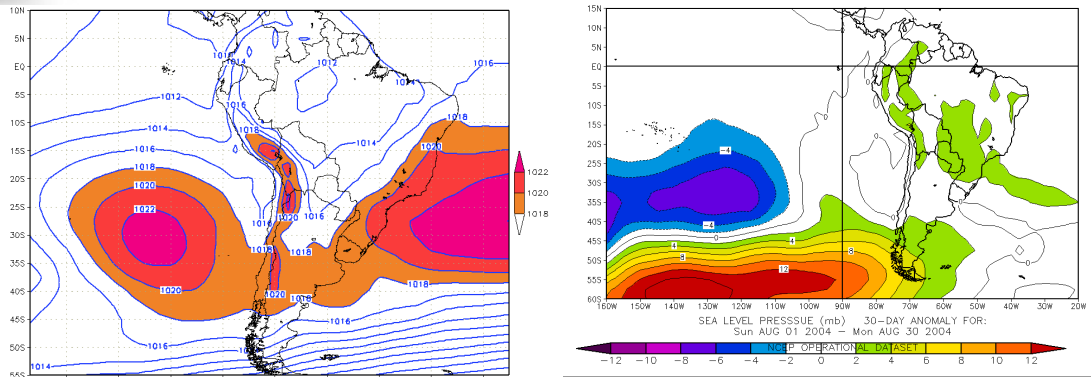
### 2.1 Análisis de Baja Atmósfera

#### Análisis de Presión Atmosférica

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo promedio de 1022 hPa. Este anticiclón se ubicó entre los 30°S y 95°W, posición dentro de su variabilidad normal. La mayor anomalía (+3 hPa) se presentó en el borde inferior del mismo. En los primeros diez días, se bifurcó dando la formación de una Alta migratoria sobre el continente, ubicándose en el centro-norte de Argentina con un núcleo de 1038 hPa, extendiéndose luego, como una dorsal que cruzó Paraguay, selva de Bolivia y selva sur del Perú; otra alta migratoria se posicionó a finales de la segunda década del mes, en el centro de Argentina; ambas altas migratorias provocaron el descenso de la humedad y la temperatura del aire e incentivaron el incremento de la velocidad del viento desde el sur, lo que ocasionó la formación de nubosidad convectiva de manera dispersa y aislada, que causó lluvias acompañadas de tormentas eléctricas. **Figura 6.**

El Anticiclón del Atlántico Sur (AAS) presentó un núcleo de 1022 hPa, y se ubicó en los 25°S y 10° W (ubicación ligeramente al norte de su normal), con una anomalía hasta de +3 hPa.

**Figura 6. Presión promedio a nivel medio del mar y anomalía durante agosto de 2004**



Fuente: NOAA/NCEP-NCAR

## **Baja Térmica (BT)**

La Baja Térmica amazónica, presentó un valor promedio de 1011 hPa, con una anomalía de hasta +1 hPa. Los complejos nubosos de precipitación (lluvia) se generaron por procesos de convección térmica, esto debido a la mayor radiación solar y a los propios procesos de evaporación y evapotranspiración de la amazonía, que a su vez estuvieron apoyados por la incursión de masas de aire húmedo procedentes del Atlántico y del Caribe incentivadas por la circulación atmosférica de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

A inicios de la segunda década, la profundización de la BT (1008 hPa) fue apoyada por la circulación del noreste, quien transportó aire cálido y húmedo hacia la amazonía peruana generando actividades convectivas localizadas en selva alta que llegaron a registrar lluvias entre 20 y 60 mm.

## **Baja del Chaco (BCH)**

La Baja del Chaco (BCH), presentó un núcleo promedio de 1010 hPa. Durante la segunda década mostró un núcleo más profundo alcanzando 1007 hPa; ésta profundización asociada al Anticiclón del Atlántico Sur (AAS), incentivó la circulación de los vientos del norte apoyando el transporte de aire cálido y húmedo hacia latitudes subtropicales. (Ver **Figura 6**).

## **Análisis de Superficie y Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)**

El sistema de baja atmósfera a escala sinóptica que impactó Sudamérica fue la Alta Migratoria (AM) de 1038 hPa, que se presentó en los primeros diez días del mes (ver **Figura 7a**). Este ingreso en la selva del Perú causó una disminución en la temperatura del aire y ocasionó

lluvias de manera aislada al norte del departamento de Loreto, mientras que en la sierra norte (regiones al oeste de los Andes) generó un conjunto de ondas de montaña que ocasionaron, de manera localizada, vientos sostenidos que oscilaron entre 35 a 50 km/h y ráfagas hasta de 80 km/h entre el 06 y 08 de agosto siendo afectadas las localidades de Cajamarca, sierra de Piura, sierra de La Libertad y Lambayeque; mientras que entre el lunes 23 y miércoles 25, en las estaciones de superficie de la sierra sur y central se registraron ráfagas de vientos de hasta 50 km/h en Caylloma-La Angostura (Arequipa), 45 km/h en Canchis (Cuzco) y 30 km/h en Tarma (Junín). Esta situación, a la par de una mayor intensidad de los vientos en niveles superiores, obligó a limitar el normal desarrollo del tráfico aéreo hacia localidades de estas zonas.

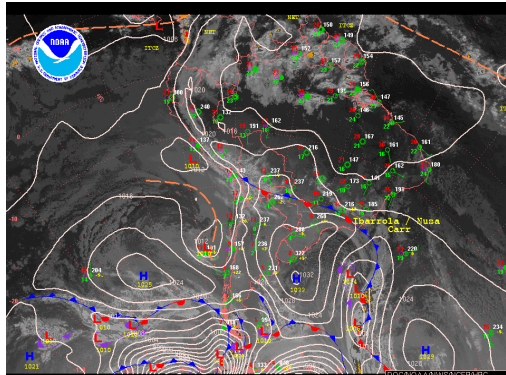
Con respecto a los sistemas frontales durante la primera década, éstos se desplazaron por los 40° y 50° S en el Pacífico oriental, ingresaron a Chile, Argentina y el sur de Brasil entre los 45° y 55° S en promedio. En la segunda década la posición y fortalecimiento de la Alta del Pacífico sur (ver **Figura 7b**) bloqueó los sistemas frontales desplazándolos hacia el sur. La variación en forma periódica hacia el sur apoyó la incursión de humedad hacia el norte del continente generando precipitaciones en la selva norte en forma ligera a moderada.

La ZCIT en el Atlántico tropical ecuatorial se ubicó alrededor de los 10° y 12° N en promedio.

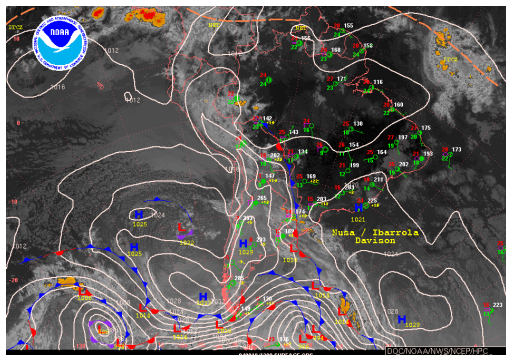
La variación en forma periódica hacia el sur apoyó la incursión de humedad hacia el norte del continente generando precipitaciones en la selva norte en forma ligera a moderada (ver **Figura 8**).



**Figura 7. Imágenes satelitales y análisis sinóptico  
09 agosto**

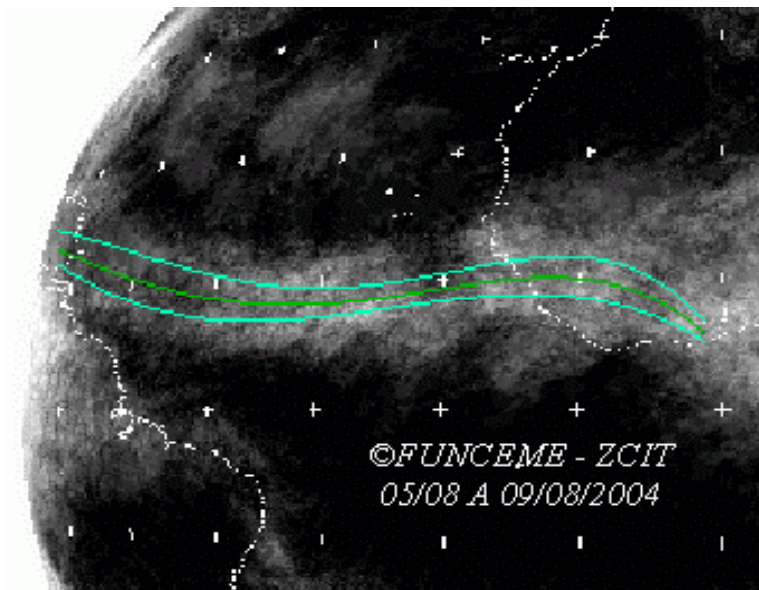


**18 agosto**



Fuente : Fuente: SOUTHAMERICAN DESK/ HPC/NOAA

**Figura 8. Posición de la ZCIT en el Atlántico tropical  
en la última semana de julio del 2004**

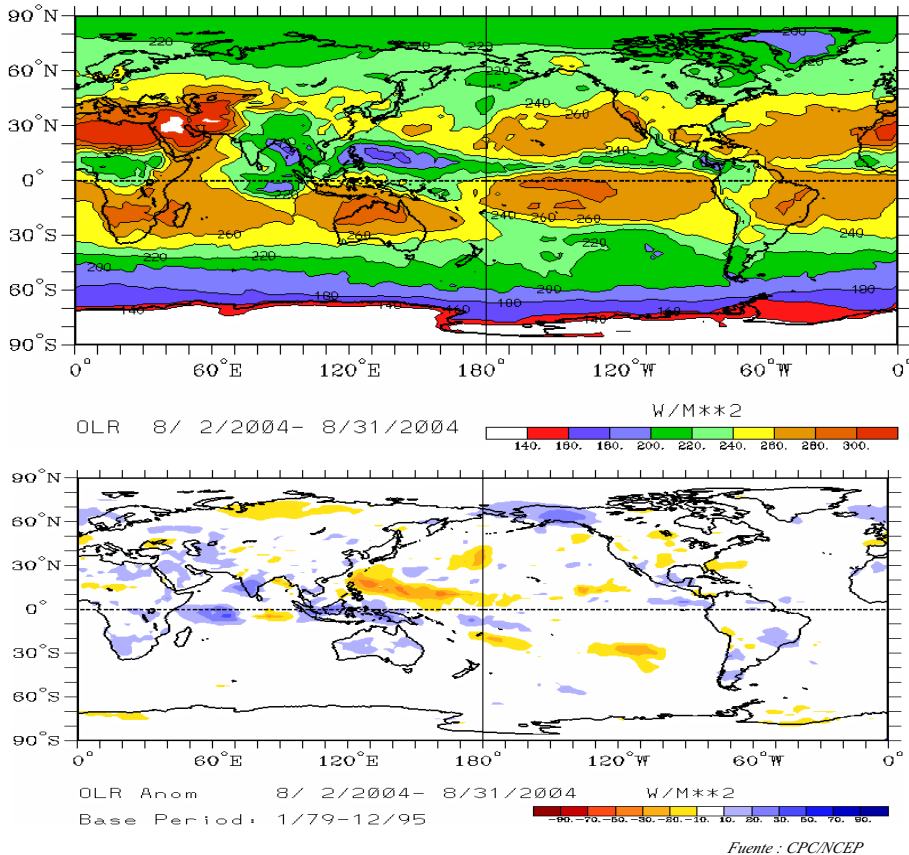


## **Análisis de Radiación Onda Larga (ROL)**

En agosto, la mayor ocurrencia de lluvia, nevada y granizo se concentró en la sierra sur del Perú, en el Altiplano peruano-boliviano, en los Andes del norte de Chile y de manera localizada en la sierra central del Perú.

La mayor cobertura de nubes se presentó en la sierra central y sur del Perú como consecuencia de una mayor convergencia de humedad (**Figura 9**), registrándose valores de Radiación en Onda Larga de 220 - 230 W/m<sup>2</sup>, que indicaban la cobertura de nubosidad que se presentó en esa región. Asimismo, se observó en los últimos diez días la formación de una Depresión Atmosférica en Niveles Altos (DANA), que sumados a los procesos atmosféricos dinámicos descritos anteriormente, causaron sobre la sierra sur del Perú, el Altiplano y los Andes del norte Chileno, un tiempo severo (turbulencia atmosférica).

**Figura 9. Radiación en onda larga promedio y anomalía durante julio de 2004**

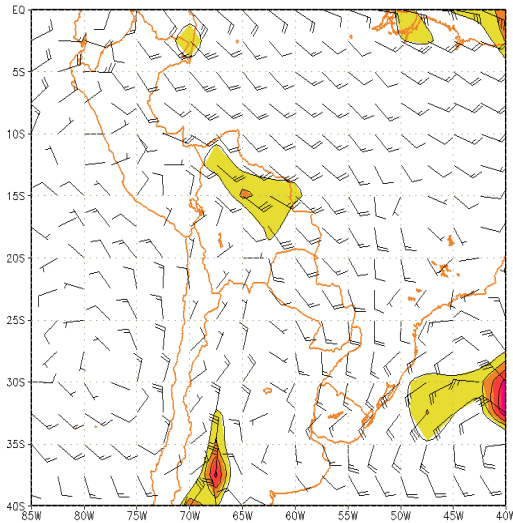
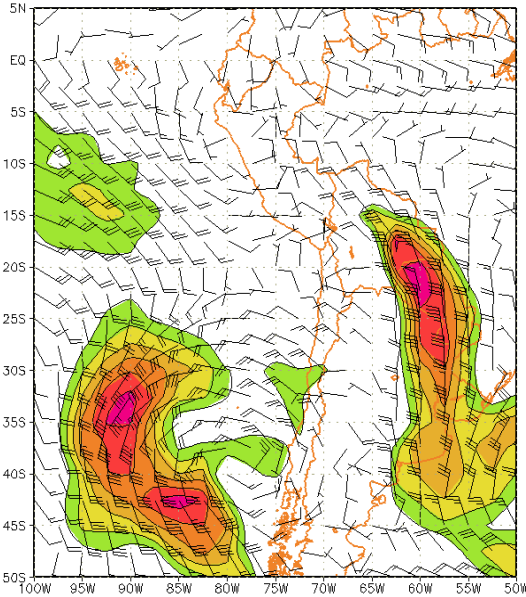


## **Corriente en Chorro en Bajos Niveles (LLJ/SJ)**

Durante las dos primeras décadas de agosto, la presencia de la Corriente en chorro en bajos niveles (LLJ: siglas en ingles), que fue fortalecida por la configuración e intensificación del Anticiclón del Atlántico Sur, fue muy frecuente apoyando la advección de aire cálido y húmedo desde regiones tropicales hacia latitudes subtropicales y favoreciendo la formación de sistemas convectivos sobre Paraguay, Uruguay, noreste de Argentina y sur de Brasil. Estos LLJs, alcanzaron valores superiores a los 76 km/h. Así también se presentó el Jet del Sur (SJ: siglas en ingles) apoyado por la incursión de una alta migratoria (**Figura 10**) quien advectó aire frío y seco hacia latitudes tropicales causando la disminución de la temperatura del aire en la selva peruana, mientras, que en la sierra norte (Cajamarca, Lambayeque y Piura) se presentaron vientos intensos hasta de 80 km/h.

Por otro lado en el Pacífico sur oriental se presentaron vientos intensos que superaron los 72 km/h que afectaron la costa sur y central del Perú causando además cielo mayormente nublado con presencia de lloviznas.

**Figura 10. Isotacas e isógonas (Kts), en el nivel de 850 hPa, con áreas sombreadas mayores a los 24 Kts (LLJ/SJ, el 30 de agosto de 2004)**



Fuente : SENAMHI/DMS

## 2.2 Análisis de Alta Atmósfera

El mes de agosto presentó configuraciones especiales que condujeron a condiciones de mal tiempo en gran parte de la sierra sur y central; tales sistemas fueron las vaguadas frías y las Depresiones Aisladas en Niveles Altos (DANA) que se desplazaron desde el sureste del Pacífico oriental hacia latitudes tropicales frente a la costa peruano / chileno (ver **Figura 11**).

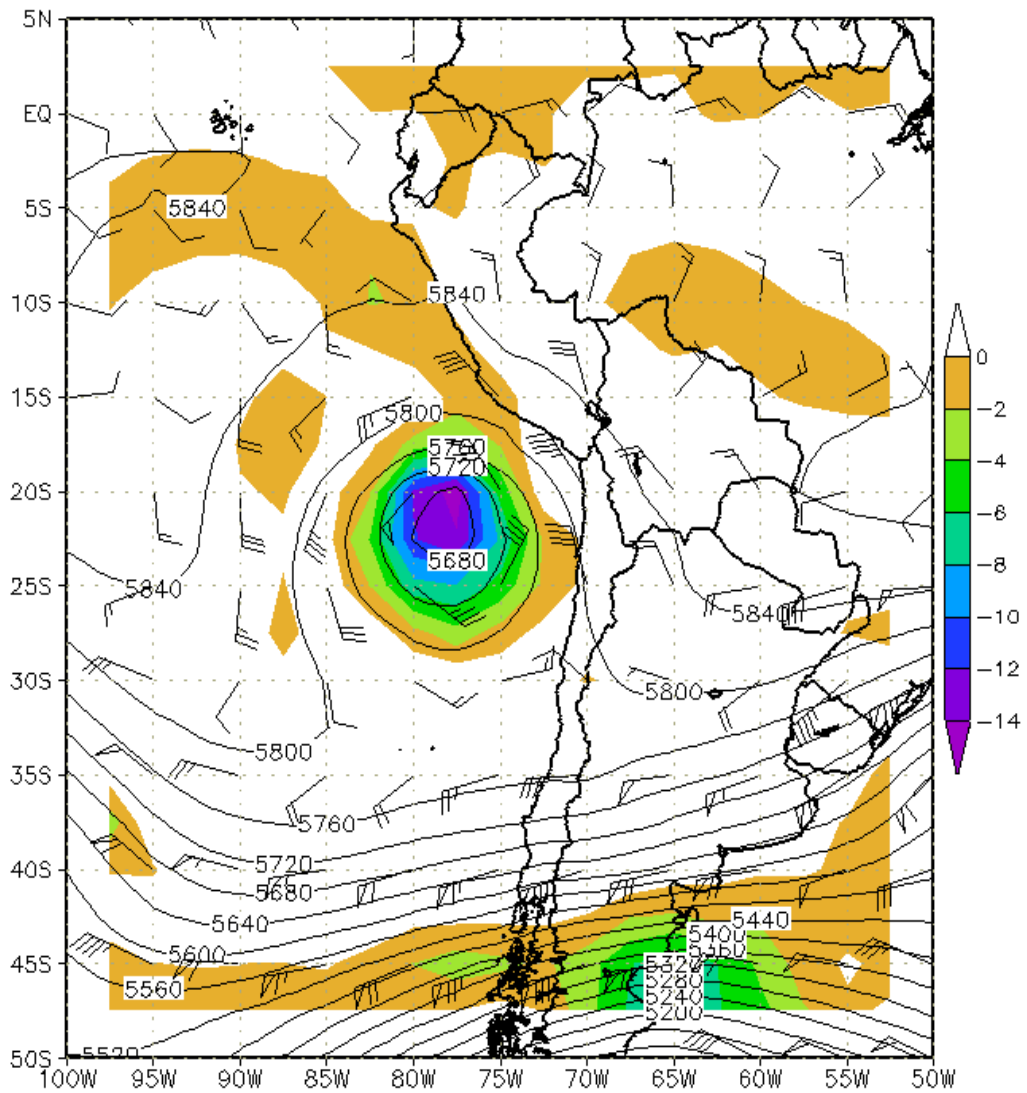
Durante la primera semana de agosto se desplazaron dos vaguadas frías en niveles medios y altos en forma consecutiva entre los 25 a 50° S, generando condiciones de mayor baroclinicidad sobre la región central de Chile y Argentina y organizando una intensa actividad convectiva que provocó precipitaciones de moderada intensidad. Entre la segunda y cuarta semana, se configuraron DANAS frente al sur de Perú y norte de Chile que afectaron la sierra central, sur y el Altiplano peruano / boliviano con ocurrencia de ráfagas de viento hasta de 70 km/h, lluvias moderadas a fuertes y nevadas en zonas ubicadas por encima de los 3800 msnm. Pasada la última DANA por la cordillera de los Andes (norte de Chile), dejó rezagos de núcleo frío en la alta atmósfera (300 hPa) que facilitó la ocurrencia de ráfagas de viento, lluvias de fuerte intensidad en sierra oriental y nevadas en zonas altas de la sierra central y sur.

Con respecto a los niveles altos (200 hPa), en la primera década del mes la Corriente en Chorro presentó en su desplazamiento vaguadas entre los 20 a 50°S (ver **Figura 12**), especialmente sobre el Pacífico suroriental incentivando mayor inestabilidad en la región central de Chile, así como en la sierra del Perú. Al finalizar la primera década, en el Pacífico suroriental se generó un pulso de aire frío en latitudes altas en niveles medio y altos, que facilitó la formación de una DANA por la región central de Chile. Esta DANA fue apoyada por la parte posterior de la vaguada formando el Jet Subtropical (JS) y Jet Polar de rama norte (JPN).

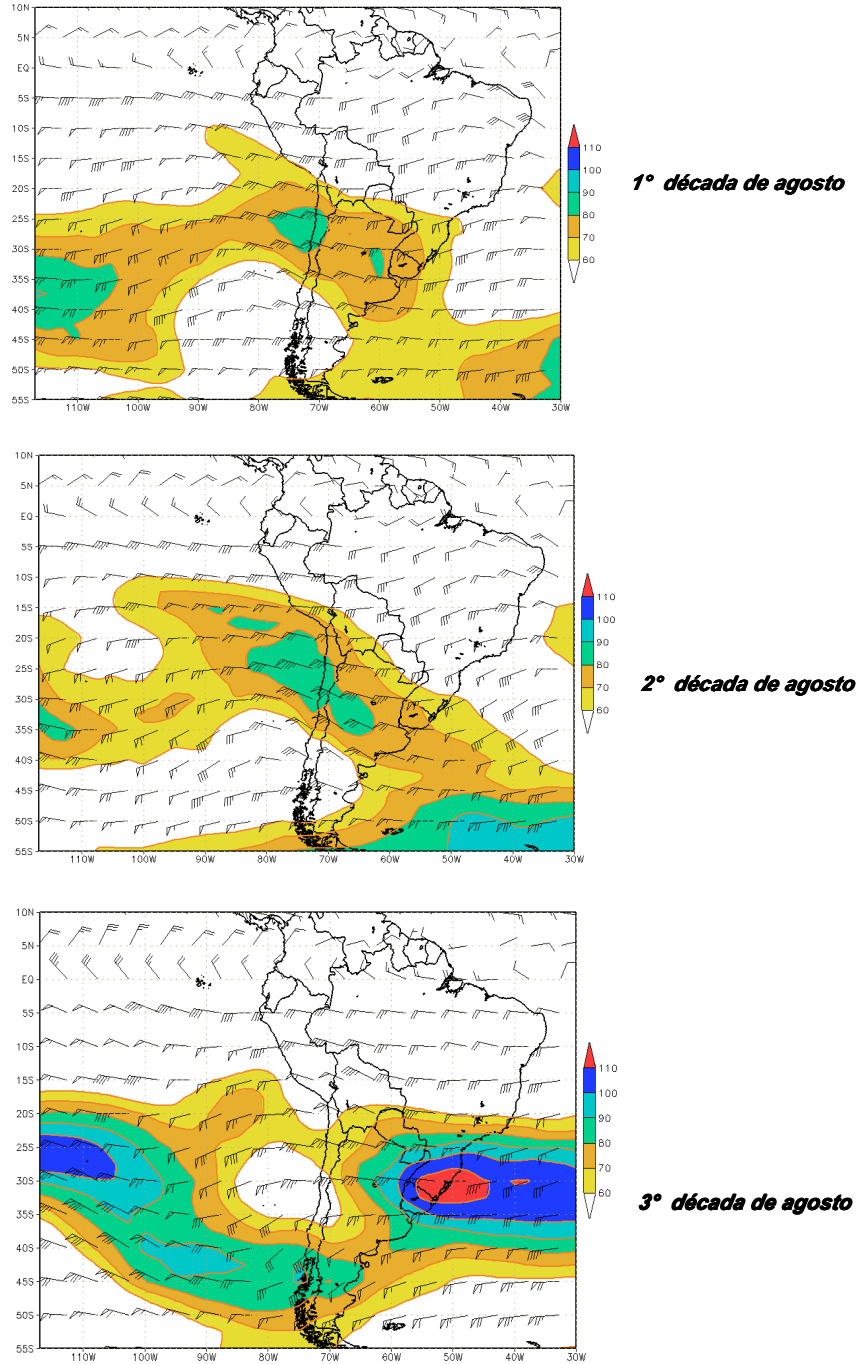
Durante gran parte de la segunda década se mantuvo presente una vaguada fría con intensidades de viento de 180 a 220 km/h. Esta vaguada estuvo constituida por el JS y JPN apoyando la formación de la DANA generando vientos moderados a intensos sobre la sierra sur y central del Perú. Así también, se configuraron en forma esporádica circulaciones anticiclónicas sobre el noroeste de Brasil generando divergencia y precipitaciones aisladas en la selva central y norte del Perú. (ver **Figura 12**).

La tercera década meteorológicamente fue la más importante debido a la formación de una DANA frente al sur del Perú; ésta estuvo apoyada por la incursión del JS, alcanzando velocidades de 80 a 90 km/h frente al sur de las costas peruanas y un máximo de 160 km/h sobre el noreste de Argentina. Sobre el noroeste de Brasil (200 hPa) se configuró una circulación anticiclónica generando divergencia sobre la selva norte del Perú y provocando precipitaciones de ligeras a moderadas.

**Figura 11. Vorticidad Relativa en área sombreada ( $1s \cdot 10^{-5}$ ) e Isohipsas en el nivel de 500 hPa, el 24 de agosto de 2004**



**Figura 12. Isotacas en vectores y magnitud del viento mayores a 60 Kt en área sombreada en promedios decadales en el mes de agosto del 2004 en el nivel de 200 hPa**



## 3. CONDICIONES CLIMATICAS A NIVEL NACIONAL

### 3.1 Análisis de las Temperaturas Extremas a Nivel Nacional

#### Temperatura Máxima

Durante el mes, la temperatura máxima presentó valores muy cercanos a sus patrones climatológicos, a excepción de la sierra central y sur que mostró anomalías negativas. Con respecto al mes anterior, las anomalías presentaron un comportamiento casi similar, pero de mayor intensidad.

En la costa Peruana la temperatura registró valores similares a sus patrones, presentando en forma muy localizada anomalías positivas de 2,6°C en Cayalti (La Libertad) y de 2,4°C en la Haciendita (Arequipa).

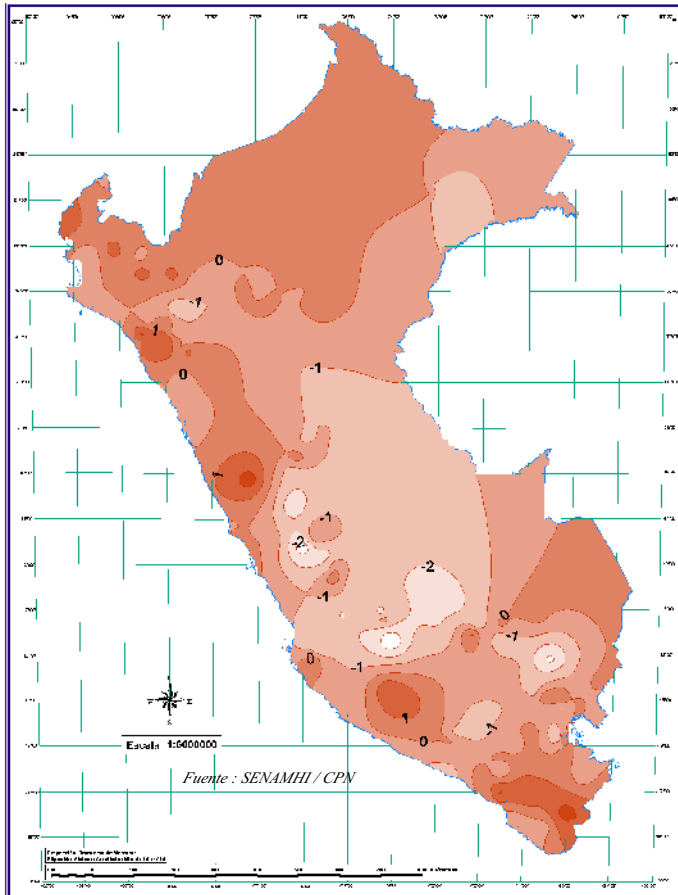
En la sierra norte y central, la temperatura máxima registró valores dentro de su variabilidad normal a excepción de Chiquián (Ancash) que presentó una anomalía

de 2,7°C y La Oroya (Junín) de -4,0°C. Con respecto al mes anterior, se observó un comportamiento similar, exceptuando el departamento de Cajamarca, que presentó un comportamiento dentro de su variabilidad normal.

En la sierra sur, la temperatura máxima mostró anomalías positivas y negativas en la zona comprendida al sur de Ayacucho y la provincia de Andahuaylas; las anomalías negativas alcanzaron valores hasta de -4,2°C en Huancapi (Ayacucho), en tanto que en Quillabamba (Cusco) alcanzaron valores de -2,5°C. De otro lado, las anomalías positivas presentaron valores de hasta 2,6°C en el departamento de Tacna (Tarata).

La presencia de anomalías negativas de la temperatura máxima en gran parte de la zona sur, refleja la presencia de nubosidad, las cuales en algunas zonas causaron precipitaciones inusuales para el mes.

Respecto a la selva, la temperatura máxima registró valores cercanos a su patrón. **Mapa 1.**



**Mapa 1. Anomalía de la Temperatura Máxima(° C) agosto 2004**

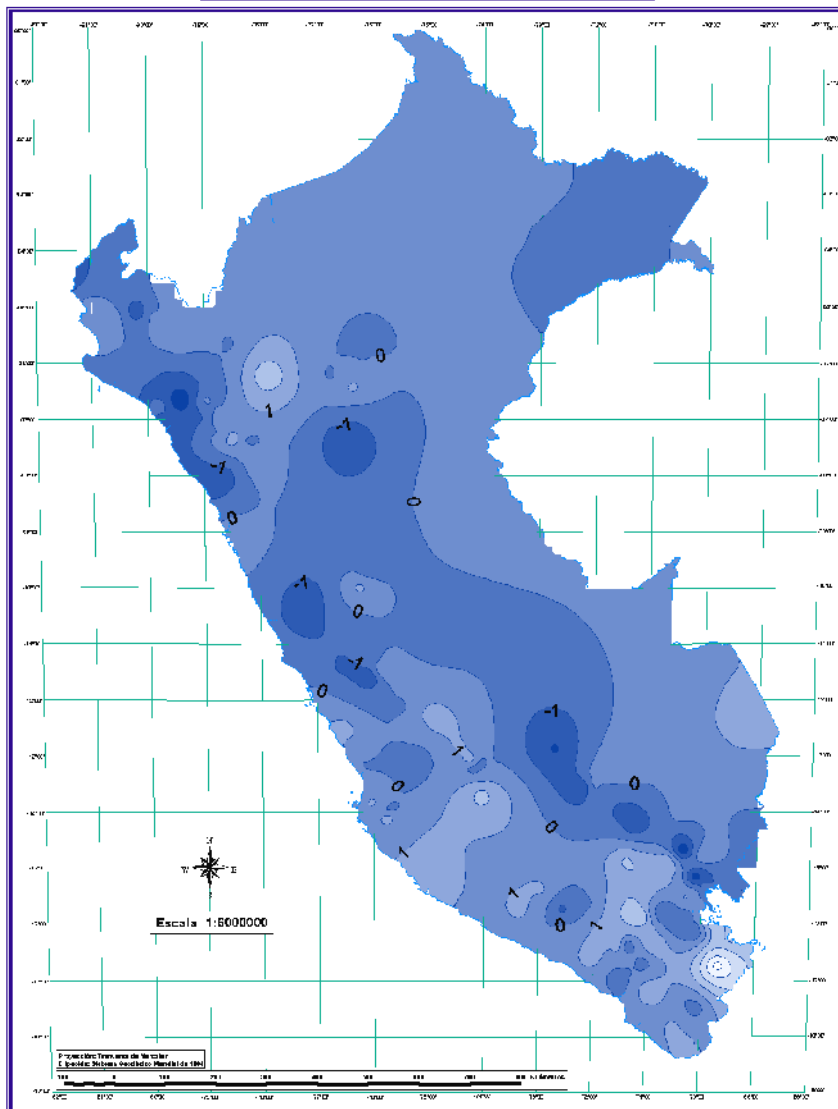
## Temperatura Mínima

La temperatura mínima, en gran parte del territorio nacional, presentó anomalías negativas como positivas, reportándose éstas últimas con mayores valores en la sierra sur (hasta de 5,5°C).

En la costa central y sur, la temperatura mínima presentó valores similares a su patrón; con excepción de la costa norte que reportó anomalías negativas en las localidades de Chulucanas (Piura), Tinajones y Salpo (La Libertad) con valores de -1,8°, -3,0 y -1,7°C, respectivamente.

En la Sierra norte y central, la temperatura mínima registró valores cercanos a su media histórica; mientras que en la sierra Sur se observaron anomalías positivas y negativas. En la zona alta del departamento de Arequipa, como Angostura e Imata, se presentaron anomalías positivas hasta de 3,0°C; en tanto, en las localidades del departamento de Puno, como Desaguadero, Ilave y Mazo Cruz se reportaron anomalías positivas superiores a 3,0°C, siendo Mazo Cruz la localidad que alcanzó el valor máximo a nivel nacional (5,5°C); mientras que en la estación de Quillabamba (Cusco) la temperatura mínima registró valores menores a su patrón, con anomalías negativas de -2,2°C. Ver. **Mapa 2.**

**Mapa 2. Anomalía de la Temperatura Mínima (°C)**

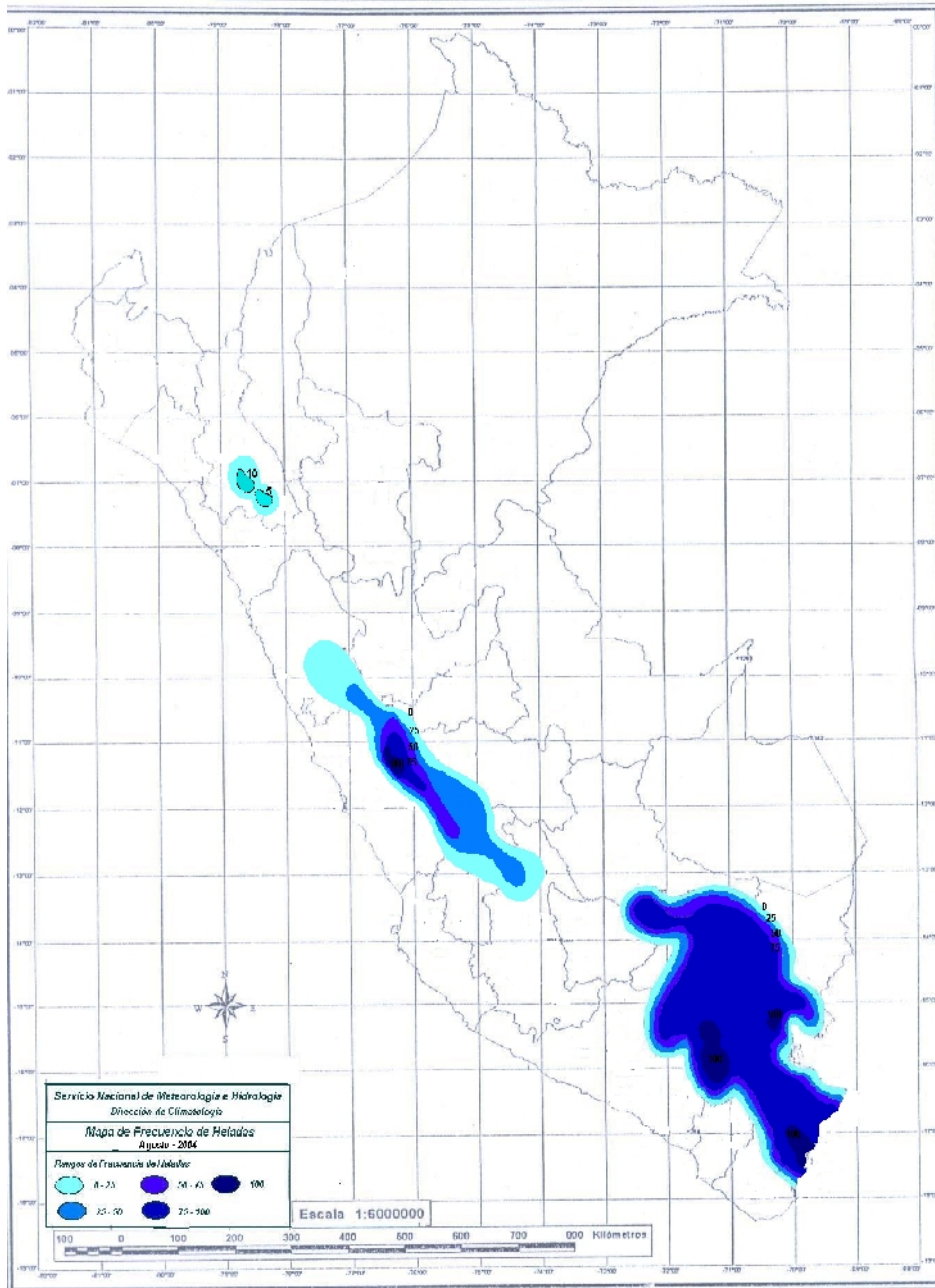


## Heladas Meteorológicas

En la sierra, con respecto al mes anterior, las heladas meteorológicas se incrementaron en espacio, tiempo e intensidad en las localidades de Granja Porcón, La Victoria (Cajamarca) y Chiquián (Ancash), con intensidades de hasta -3,1°C.

En la sierra central y sur, las heladas mostraron una frecuencia y distribución espacial similar a la del mes de julio, pero las intensidades disminuyeron ligeramente. Ver **Mapa 3**.

**Mapa 3. Frecuencia de Heladas Meteorológicas**

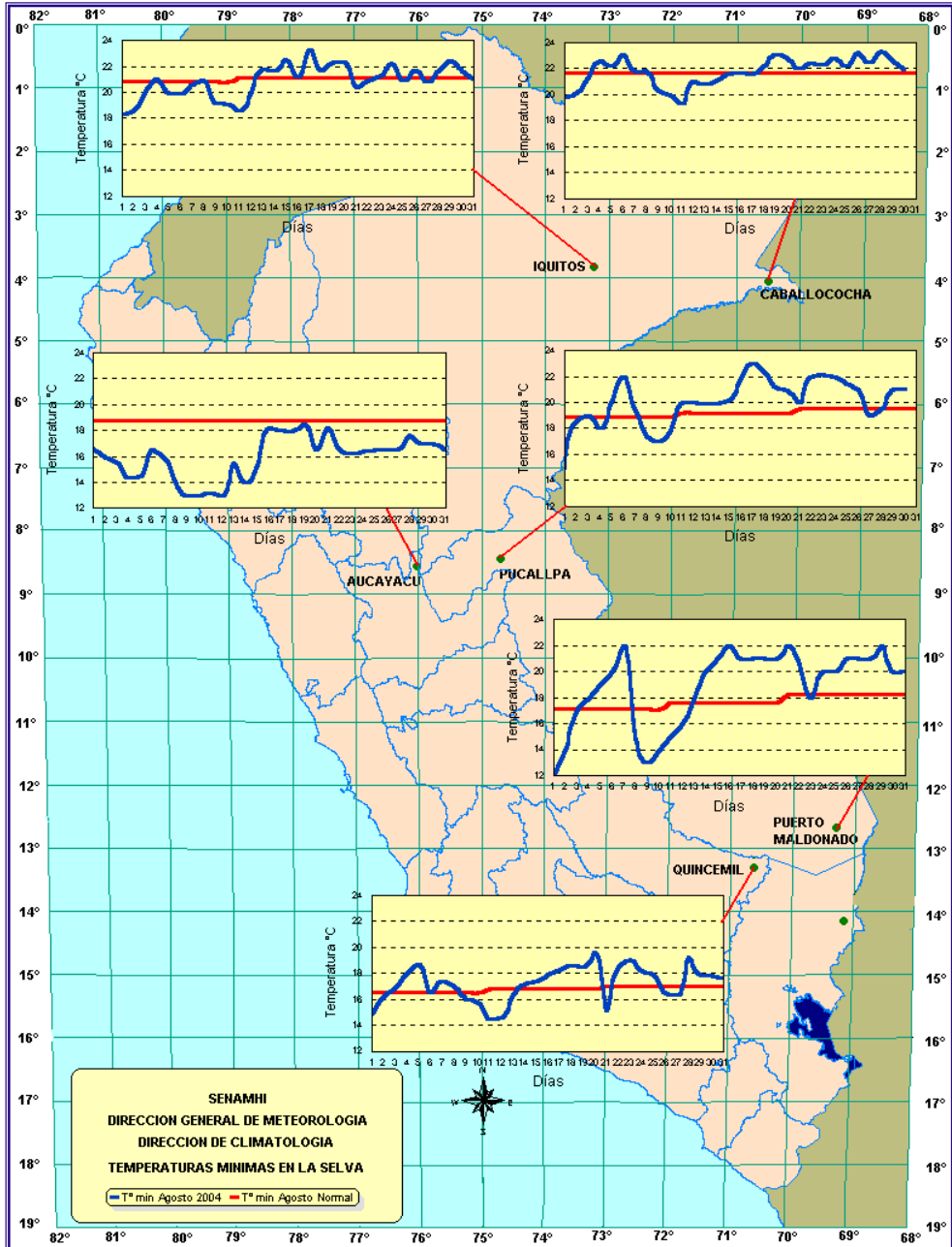




## Friajes

Durante agosto se presentaron dos ingresos de sistemas frontales que alcanzaron el sur de Perú y que causaron descensos de la temperatura mínima del aire en la selva; ambos descensos afectaron la zona central y sur del Perú, con mayor intensidad la zona sur. Los ingresos de masas de aire frío de los días 1° y 9 de agosto, causaron una disminución de la temperatura mínima a 12,0° y 13°C en Puerto Maldonado, respectivamente, siendo lo usual una temperatura de 17,0°C. **Mapa 4.**

**Mapa 4. Comportamiento de la temperatura mínima en la selva**



## 3.2 Comportamiento de la Precipitación a nivel Nacional

### Comportamiento mensual de la precipitación

En la mayor parte del territorio peruano, las lluvias presentaron un comportamiento casi similar a su normal, excepto en zonas como la sierra central (Huánuco) y sierra sur (Puno) en donde las precipitaciones presentaron anomalías positivas superiores a 500%; estos altos valores responden a que normalmente durante este mes no se registran precipitaciones.

Durante agosto, de manera inusual, en algunas localidades se presentaron precipitaciones entre ligeras a moderadas, totalizando cantidades superiores a su patrón que alcanzaron anomalías positivas hasta de 1 492 %; dicha situación también se observó en julio, donde las anomalías positivas alcanzaron valores hasta de 4 000%. **Mapa 5.**

A lo largo de la costa no se presentaron lluvias como es usual, a excepción de Punta Coles (Arequipa) que reportó una anomalía positiva de 1 492% debido a la presencia de continuas lloviznas que acumularon 100 mm (10 lt/m<sup>2</sup>), siendo su normal 0,6 mm.

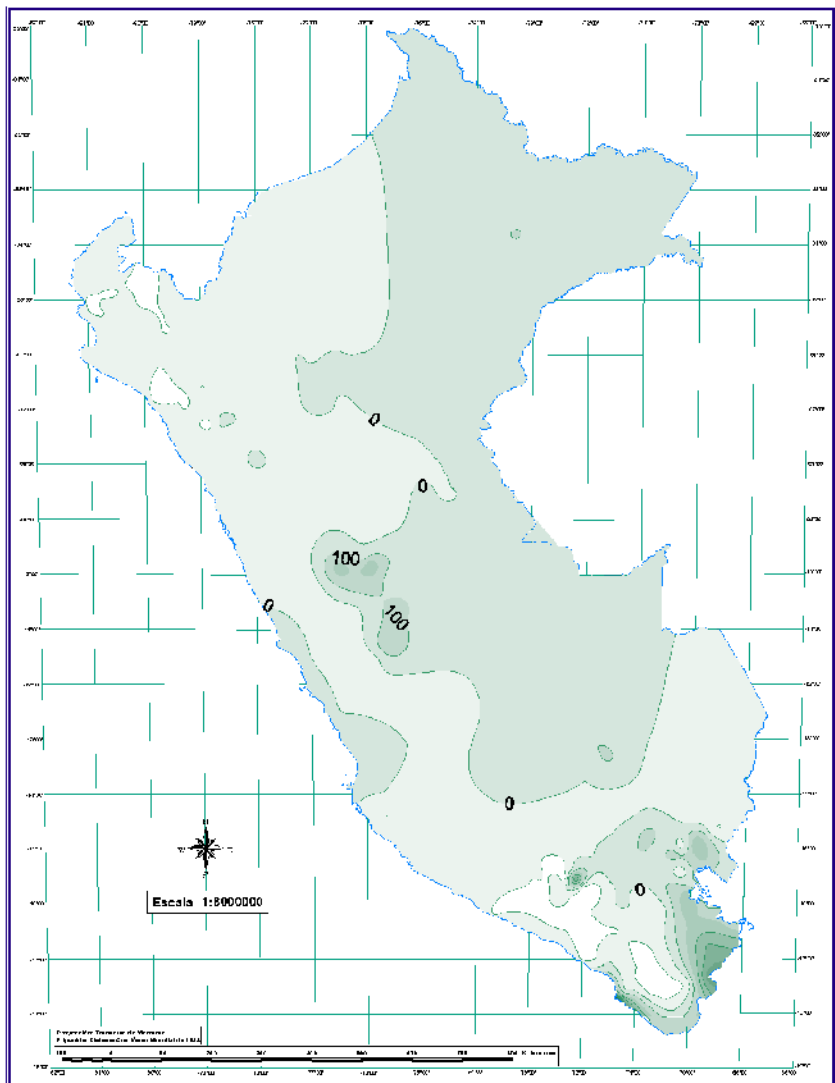
En la sierra se presentaron lluvias que representaron anomalías positivas, observándose los valores mayores en la sierra sur en los departamentos de Arequipa y Puno. A fin de poder ilustrar mejor este incremento en las anomalías positivas se presenta el **Cuadro 1**, el cual toma como ejemplo algunas estaciones.

En la selva las lluvias totalizaron cantidades cercanas a sus promedios históricos.

**Cuadro 1. Anomalía de la Precipitación - agosto 2004**

| Departamento | Estación    | Precipitación agosto | Precipitación Normal agosto | Anomalía % |
|--------------|-------------|----------------------|-----------------------------|------------|
| Arequipa     | Punta Coles | 10,0                 | 0,6                         | 1 492,4    |
| Arequipa     | Choco       | 24,4                 | 3,2                         | 656        |
| Puno         | Mazo Cruz   | 41,4                 | 8,4                         | 392        |
| Tacna        | Chuapalca   | 21,4                 | 3,1                         | 590        |

**Mapa 5. Anomalía de la precipitación (%) agosto 2004**



#### 4. PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS

##### Debido a que:

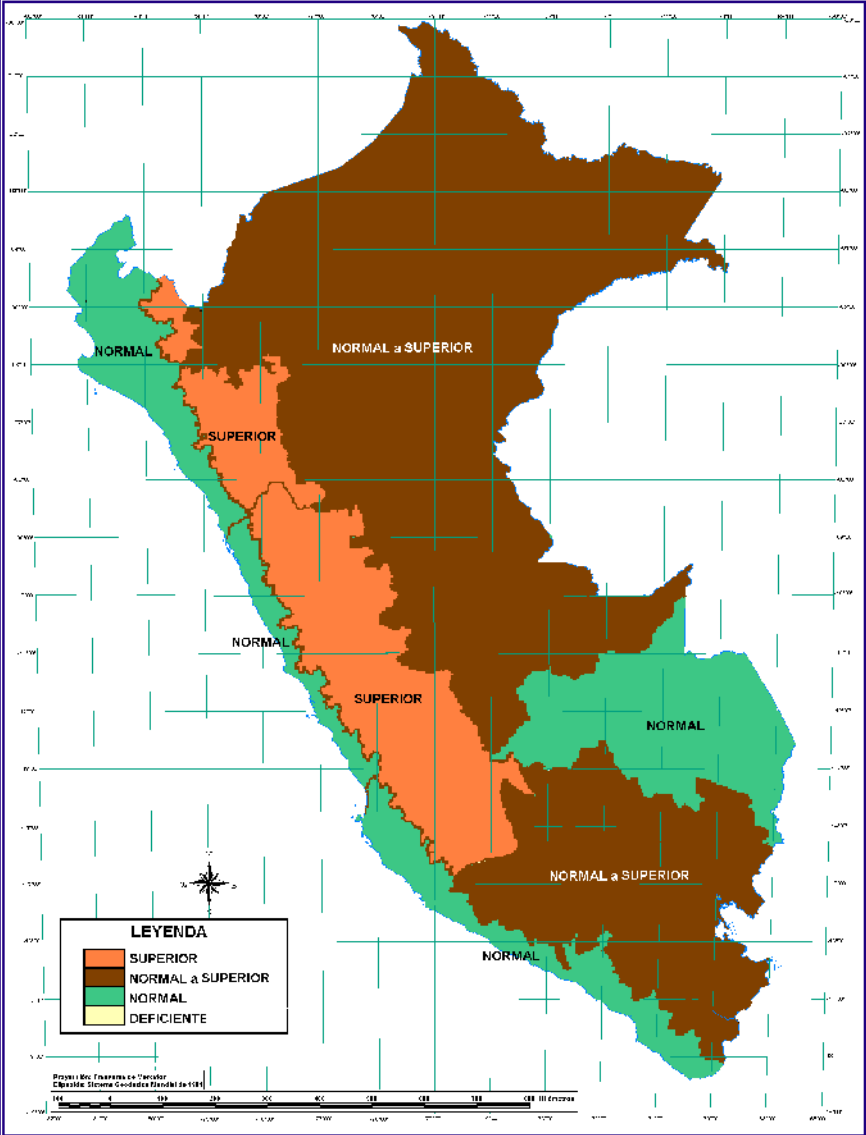
- Los sistemas atmosféricos en lo que va de la estación de invierno vienen mostrando un comportamiento muy variable con presencia, en algunos días, de sistemas atmosféricos propios de condiciones primaverales.
- Continúan presentándose, pero en menor frecuencia, ondas atmosféricas de gran escala que vienen causando descensos en la temperatura mínima del aire en la sierra del Perú.
- Se viene observando un debilitamiento de los vientos de componente Este en gran parte del Océano Pacífico ecuatorial.
- Climáticamente, en setiembre se inicia el período de lluvias en gran parte de la sierra; se sabe que las cantidades en los primeros meses del período lluvioso no son significativas y alcanzan sus mayores cantidades en los meses de verano.

##### Se espera para los dos próximos meses que:

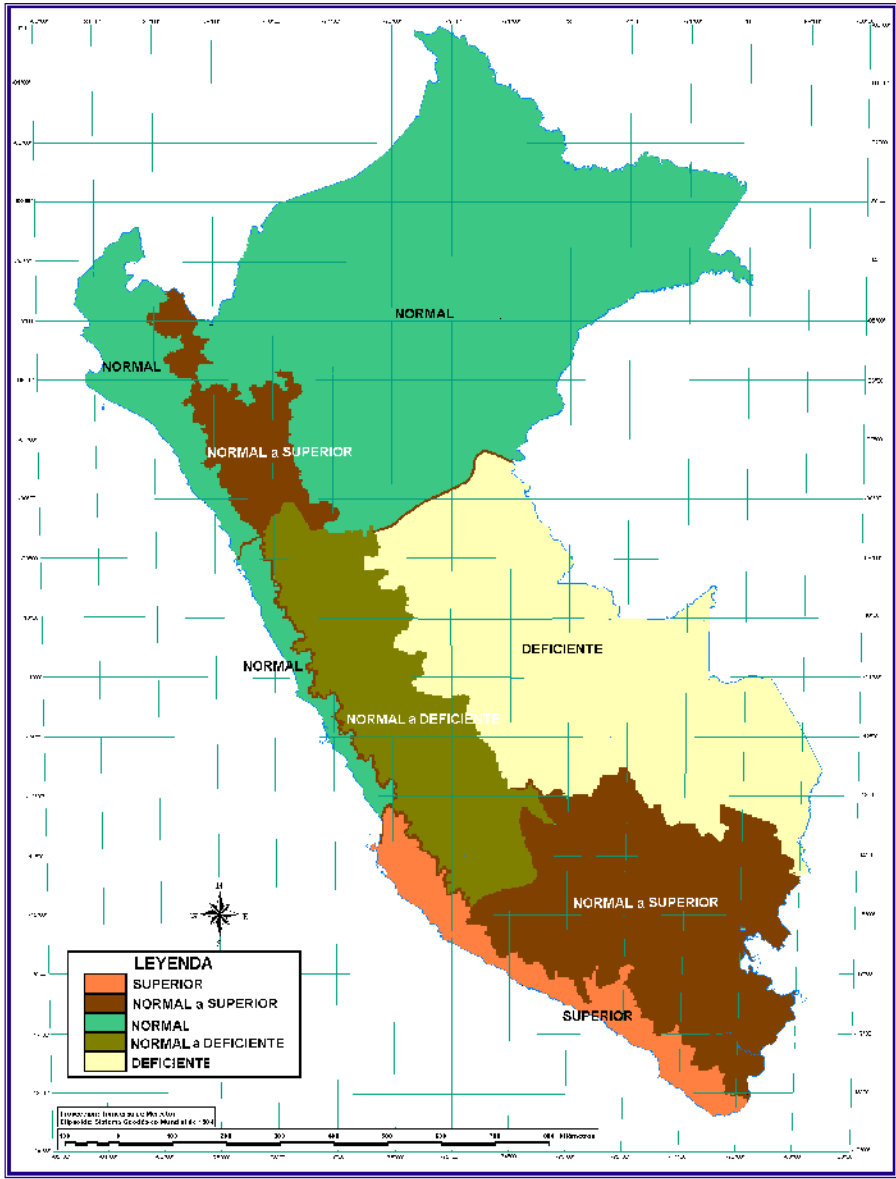
- Que las temperaturas extremas del aire en la costa peruana registren valores entre normales a ligeramente superiores. Sin embargo, en algunos días de setiembre, continuarán presentándose nieblas y/o lloviznas en zonas cercanas al mar; asimismo, se espera la presencia de vientos de intensidad entre moderada a fuerte. Por otro lado, se incrementará paulatinamente la sensación térmica de calor, especialmente en horas de la noche y/o madrugada.
- Que continúen los descensos de la temperatura mínima del aire en la sierra del Perú, pero en menor intensidad que los meses anteriores.
- Que la costa norte, sea afectada por la presencia de aguas cálidas (anomalías hasta de 2,0°C), debido al arribo de una onda Kelvin en la primera quincena de setiembre.
- Que se presenten lluvias en gran parte del territorio peruano, a excepción de la costa; los totales de lluvias serán superiores a sus normales en la sierra norte y sur, sin llegar a ser significativas. Mapas N° 6 y 7
- Que se produzca un adelanto de las condiciones primaverales.

**NOTA:** En los **Mapas 6 y 7** (pronóstico para las lluvias) se presenta el escenario de mayor probabilidad; estos mapas han sido elaborados con resultados de los modelos conceptuales, numéricos y estadísticos, que han utilizado la TSM registrada de agosto y la prevista para setiembre y octubre.

Mapa 6. Pronóstico de Lluvias para setiembre 2004



Mapa 7. Pronóstico de Lluvias para octubre 2004



## II. EVALUACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LOS PRINCIPALES RÍOS DEL PERÚ : AGOSTO 2004

La distribución de los recursos hídricos en el territorio nacional es muy irregular; así, éste es abundante en la vertiente amazónica y escaso en la vertiente del Pacífico en donde se encuentra la mayor población y por lo tanto una creciente demanda hídrica, razón por la cual el monitoreo y evaluación es de gran importancia para la población.

El SENAMHI a través de la Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos realiza el monitoreo de las cuencas hidrográficas más representativas a nivel nacional, divididas en sus tres vertientes: Pacífico, Titicaca y Atlántico, efectuando el análisis técnico de la información hidrometeorológica para su publicación en un formato que los usuarios puedan disponer con facilidad obteniendo como resultado el presente documento.

El presente Boletín, es un informe hidrológico que consta del análisis de la precipitación, caudales y niveles de agua registrados durante el mes de Agosto-2004. Los gráficos ilustran la evolución y situación de los recursos hídricos en las tres vertientes. Para facilitar la interpretación se ha comparado la situación hidrológica de Agosto-2004, con la del mes anterior y con su promedio histórico, es decir con su comportamiento normal el cual se obtiene de los registros de una extensa serie de años. Además se han incluido gráficos sobre el comportamien-

to de los caudales y niveles de algunas cuencas representativas comparando los valores registrados el año hidrológico 2003-2004, con el año hidrológico 2002-2003, el año normal y el año seco promedio. Para definir las características del año hidrológico se ha utilizado la metodología de percentiles.

Asimismo, se presenta la disponibilidad de agua en los principales embalses del territorio nacional cuyas reservas están destinadas al riego, abastecimiento de agua potable, energía hidroeléctrica, etc.

Finalmente se presenta la tendencia hidrológica para el mes de Setiembre del 2004.

### Metología de Análisis

Para el análisis hidrológico se han seleccionado 31 estaciones hidrométricas y 36 pluviométricas de cuencas representativas en sus tres vertientes: Océano Pacífico, lago Titicaca y Atlántico (Ver **Tabla 1**). En el análisis de precipitación se toman valores promedios mensuales por cuenca de recepción; mientras que en el análisis de caudales se obtienen valores promedios diarios y mensuales, por estación hidrométrica.

**Tabla 1. Ambito del Monitoreo Hidrológico**

| VERTIENTE DEL PACÍFICO |                        |                        |   |
|------------------------|------------------------|------------------------|---|
|                        | CUENCA                 | ESTACION HIDROLÓGICA   | ESTACION METEOROLÓGICA                      |
| Zona Norte             | Tumbes                 | H-El Tigre             | El Tigre<br>Cabo Inga                       |
|                        | Chira                  | H-Ciruelo              | Pte. Internacional<br>Ayabaca<br>El Ciruelo |
|                        | Macará                 | H - Pte. Internacional |   |
|                        | Piura                  | H - Pte. Nácara        | Huamaca<br>Chalaco                          |
|                        | Chancay-<br>Lambayeque | H - Racanumi           | Chancay-Baños<br>Santa Cruz                 |
|                        | Crisnejas              | H - Jesús Túnel        |   |
|                        | Jequetepeque           | H - Pampalarga         | Porcón<br>Llapa<br>Magdalena                |
| Zona Centro            | Rímac                  | H - Chosica R-2        |   |
|                        | Chillón                | H - Obrajillo          |   |
|                        | Huaura                 | H - Sayan              |   |
| Zona Sur               | Pisco                  | H - Letrayoc           |   |
|                        | Ica                    | H - Huamani            |   |
|                        | Camaná-Majes           | H-Huatiapa             | Imata<br>Huanta<br>Pulhuay                  |
|                        | Chili                  | H- Charcani            | El Frayle<br>Cabanaconde<br>Chivay          |
|                        | Sama                   | H - La Tranca          |   |

| VERTIENTE DEL ATLANTICO |               |                             |  |
|-------------------------|---------------|-----------------------------|--|
|                         | CUENCA        | ESTACION HIDROLÓGICA        | ESTACION METEOROLÓGICA                     |
| Zona Norte              | Amazonas      | H - Enapu Perú              | Tamishiyacu<br>Pto. Almendras<br>San Roque |
|                         | Nanay         | H - Seda Loreto             |  |
|                         | Napo          | H - Bellavista              |  |
|                         | Corrientes    | H - Trompeteros             |  |
| Zona Centro             | Ucayali       | H - Requena                 | Pto. Inca<br>Aguaytia                      |
|                         | Huallaga      | H - Picota                  | Picota<br>Campanilla                       |
|                         | Aguaytia      | H - Aguaytia                |  |
|                         | Tocache       | H - Pte. Tocache            |  |
|                         | Mantaro       | H - Pte Breña               | Cerro de Pasco<br>Jauja<br>La Oroya        |
|                         | Cunas         | H - Cunas                   |  |
|                         | Mayo          | H - Shanao                  |  |
| Biavo                   | H - Biavo     |                             |  |
| Zona Sur                | Vilcanota     | H - Pisac                   | Paucartambo<br>Sicuaní                     |
| VERTIENTE DEL ATLANTICO |               |                             |  |
|                         | CUENCA        | ESTACION HIDROLÓGICA        | ESTACION METEOROLÓGICA                     |
| Ríos                    | Ilave         | H - Pte. Carretera Ilave    | Mazocruz                                   |
|                         | Ramis         | H - Pte. Carretera Ramis    | Chuquibambilla<br>Azangaro                 |
|                         | Huancané      | H - Pte. Carretera Huancané | Moho                                       |
|                         | Coata         | H - Pte. Unocolla           | Lampa<br>Cabanillas                        |
|                         | Lago Titicaca | Titicaca                    | H - Muelle ENAFER                          |

## 1. VERTIENTE DEL OCEANO PACIFICO

### 1.1 Zona Norte

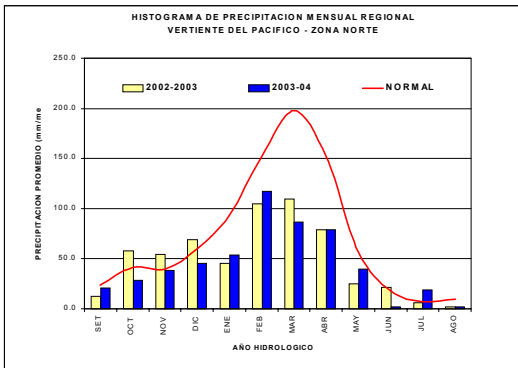
#### Cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Piura, Chancay - Lambayeque, Jequetepeque y Crisnejas

##### Análisis de precipitaciones

Para el mes de Agosto-2004, las precipitaciones se presentan deficitarias con respecto a sus valores normales, situación contraria a la que se venía manteniendo desde el inicio del presente año hidrológico, como podemos observar en el **Gráfico 1**.

En base a las estaciones evaluadas, tal como se muestra en el **Tabla 2**, se puede observar que las precipitaciones en estas cuencas han presentado una anomalía de -100%, -100%, -100%, -100%, -51% en las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Piura, Chancay-Lambayeque y Jequetepeque, respectivamente.

**Gráfico 1. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Pacífico de la zona Norte**



**Tabla 1. precipitación mensual por cuencas en la zona norte de la vertiente del pacífico (m³/s)**

| CUENCA             | PRECIPITACION (mm) |        |        |          |
|--------------------|--------------------|--------|--------|----------|
|                    | Jul-04             | Ago-04 | Normal | Anomalia |
| TUMBES             | 0,0                | 0,0    | 1,8    | -100%    |
| CHIRA              | 6,7                | 0,0    | 7,7    | -100%    |
| PIURA              | 1,7                | 0,0    | 4,4    | -100%    |
| CHANCAY-LAMBAYEQUE | 68,3               | 0,0    | 23,9   | -100%    |
| JEQUETEPEQUE       | 22,2               | 7,7    | 15,6   | -51%     |

##### Análisis de Caudales

Para el mes de Agosto-2004, los caudales de los ríos de esta zona se presentaron deficitarios, como podemos observar en el **Tabla 3 y Gráfico 2**. Las anomalías son de -28%, -53%, -3%, -50%, -77%, -65% para las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Macará, Chancay-Lambayeque, Jequetepeque y Cajamarca, respectivamente.

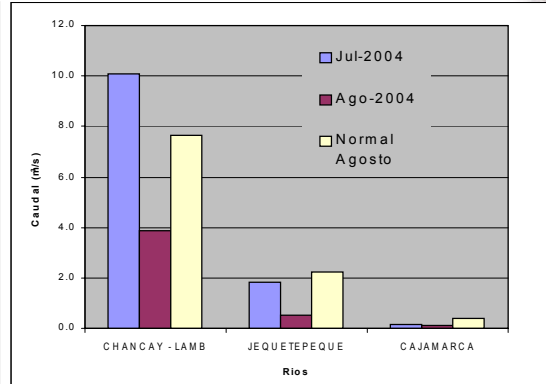
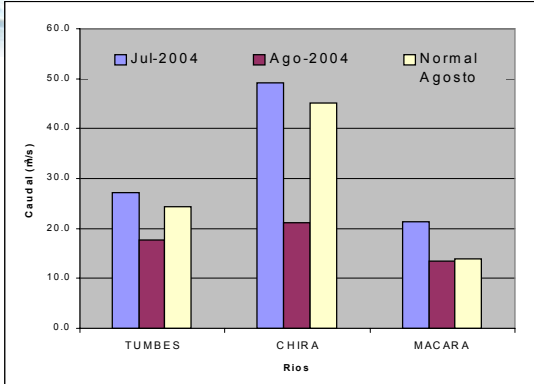
Asimismo, durante el mes de Agosto-2004 el caudal del río Chancay-Lambayeque ha disminuido su caudal con respecto al mes anterior, presentándose aún deficitario.

Como podemos observar en el **Gráfico 3**, el año hidrológico 2003-2004 ha sido un año seco para el río Chancay-Lambayeque. Este comportamiento se ha presentado de manera similar en los principales ríos de la zona Norte del Perú.

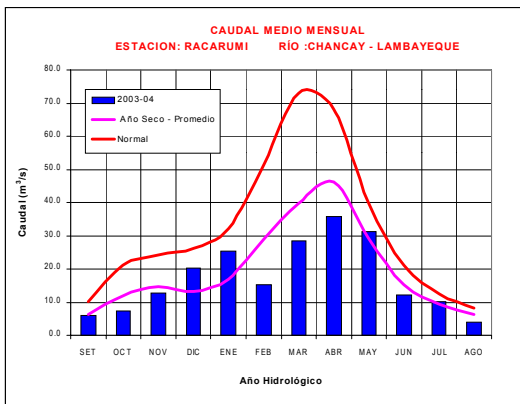
**Tabla 2. comportamiento de los caudales de los ríos de la zona norte de la vertiente del océano pacífico (m³/s)**

| RIO            | Jul-2004 | Ago-2004 |       |       | Normal Agosto | ANOMALIA |
|----------------|----------|----------|-------|-------|---------------|----------|
|                | Qmed.    | Qmed     | Qmax. | Qmin. |               |          |
| TUMBES         | 27,2     | 17,6     | 20,4  | 14,7  | 24,4          | -28%     |
| CHIRA*         | 49,2     | 21,2     | 107,0 | 0,0   | 45,0          | -53%     |
| MACARA*        | 21,4     | 13,5     | 46,0  | 4,6   | 13,9          | -3%      |
| CHANCAY - LAMB | 10,1     | 3,9      | 6,2   | 2,6   | 7,7           | -50%     |
| JEQUETEPEQUE** | 1,8      | 0,5      | 0,9   | 0,0   | 2,2           | -77%     |
| CAJAMARCA      | 0,16     | 0,13     | 0,16  | 0,12  | 0,39          | -65%     |

**Gráfico 2. Precipitación mensual de la zona norte de la vertiente del Pacífico por cuencas**



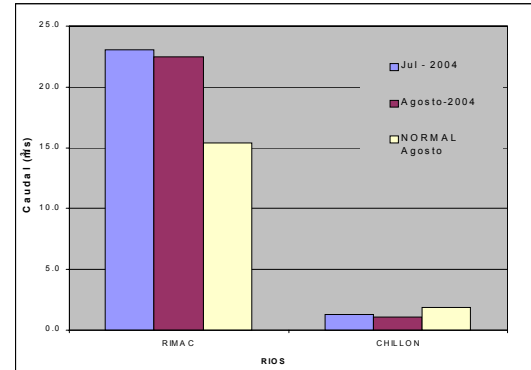
**Gráfico 3. Caudal medio mensual del año hidrológico 2003-2004, año promedio o normal y año seco promedio del río Chancay-Lambayeque**



**Tabla 4. Comportamiento de los caudales de los ríos de la zona central de la vertiente del océano pacífico (m³/s)**

| RIO     | Jul - 2004<br>Qmed. | Agosto-2004 |      |       | NORMAL<br>Agosto | ANOMALIA |
|---------|---------------------|-------------|------|-------|------------------|----------|
|         |                     | Qmed        | Qmax | Qmin. |                  |          |
| RIMAC   | 23,0                | 22,5        | 24,1 | 20,5  | 15,4             | 46%      |
| CHILLON | 1,3                 | 1,0         | 1,1  | 0,9   | 1,9              | -44%     |

**Gráfico 4. Caudales medios mensuales de la Vertiente del Pacífico zona Centro por cuencas**



## 1.2 Zona Centro

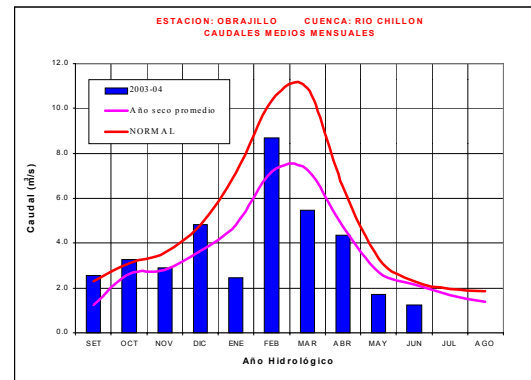
### Cuenca de los ríos Rímac, Chillón y Huaura

#### Análisis de caudales

El régimen de caudales del río Chillón, se presenta deficitario con respecto a su normal, a diferencia del caudal del río Rímac que presenta un superávit; esta situación se debe al sistema de regulación que posee la cuenca, como podemos observar en el **Tabla 4 y Gráfico 4**, los ríos Rímac y Chillón presenta anomalías de 46% y -44%

Asimismo, como podemos observar en el **Gráfico 5** los caudales del río Chillón durante el mes de Agosto se han mantenido deficitarios al igual que el mes anterior. Asimismo, el presente año hidrológico ha presentado un comportamiento de año seco.

**Gráfico 5. Caudal medio mensual del año hidrológico 2003-2004, año promedio o normal y año seco promedio del río Chillón**





## 1.3 Zona Sur

## Análisis de Caudales

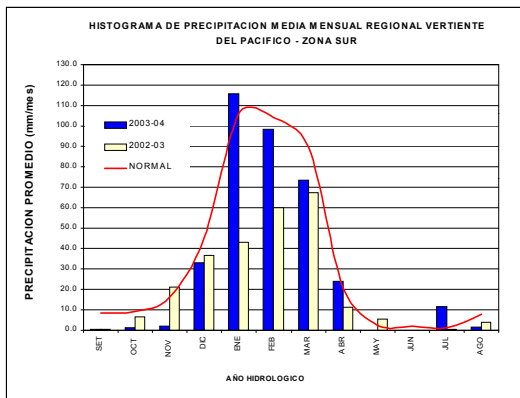
### Cuencas de los ríos Pisco, Ica, Chili, Camaná-Majes

#### Análisis de precipitación

Para el mes de Agosto-2004 se han presentado algunas precipitaciones en la parte alta de la cuenca del río Camaná-Majes. Ver el **Gráfico 6**.

En base a las estaciones evaluadas, tal como se muestra en el **Tabla 5**, las anomalías de precipitación son de -82% y -76% para las cuencas Camaná-Majes y Chili, respectivamente.

**Gráfico 6. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Pacífico de la zona Sur**



**Tabla 5. Precipitación Mensual de la Zona Sur de la Vertiente del Pacífico zona por cuencas**

| CUENCA       | PRECIPITACION (mm) |        |        |          |
|--------------|--------------------|--------|--------|----------|
|              | Jul-04             | Ago-04 | Normal | Anomalia |
| CAMANA-MAJES | 13,4               | 1,8    | 9,6    | -82%     |
| CHILI        | 9,3                | 1,4    | 5,8    | -76%     |

El caudal medio del río Camaná-Majes del mes de Agosto 2004 fue menor con respecto al mes anterior; asimismo presentó valores normales, registrándose una anomalía de 12% con respecto a su normal. En cuanto al río Chili, este presentó una anomalía de 3% y su caudal se mantuvo estable con respecto al mes anterior, producto del manejo del sistema regulado.

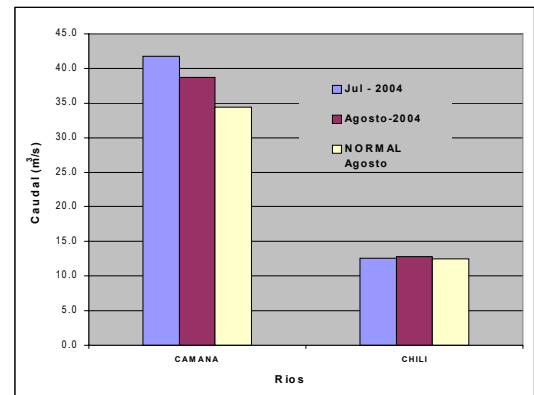
En el **Tabla 6 y Gráfico 7** se presenta el resumen del comportamiento de los caudales medios mensuales del mes anterior, el mes actual y su promedio histórico, en las estaciones hidrológicas Huatiapa y Charcani correspondientes a los ríos Camaná - Majes y Chili.

Como podemos observar en el **Gráfico 8**, durante el mes de Agosto-2004 el río Camaná-Majes ha mantenido su caudal con respecto al mes anterior.

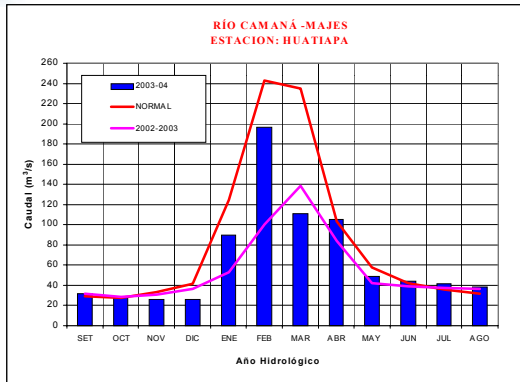
**Tabla 6. Comportamiento de los caudales de los ríos de la zona sur de la vertiente del océano Pacífico (m³/s)**

| RIO    | Jul - 2004<br>Qmed. | Agosto-2004 |       |       | NORMAL<br>Agosto | ANOMALIA |
|--------|---------------------|-------------|-------|-------|------------------|----------|
|        |                     | Qmed        | Qmax. | Qmin. |                  |          |
| CAMANA | 41,8                | 38,5        | 39,6  | 37,5  | 34,4             | 12%      |
| CHILI  | 12,6                | 12,8        | --    | --    | 12,5             | 3%       |

**Gráfico 7. Caudales Medios Mensuales de la Vertiente del Pacífico Zona Sur por cuencas**



**Gráfico 8. Caudal medio mensuales del año hidrológico 2003-2004, año promedio o Normal y año seco promedio del río Camaná - Majes**



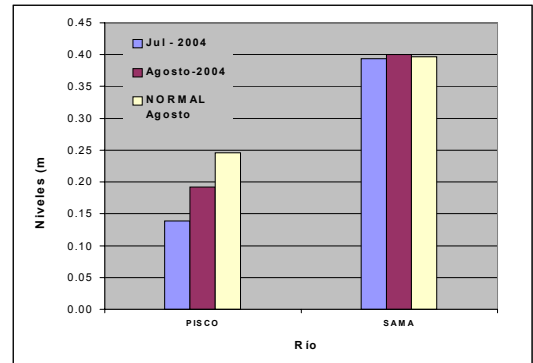
## Análisis de Niveles

Los ríos Pisco y Sama han presentado niveles dentro de sus valores normales. Ver **Tabla 7 y Gráfico 9**.

**Tabla 7. Comportamiento de los niveles de los ríos de la zona Sur de la vertiente del océano Pacífico(m)**

| RIO    | Jul - 2004 | Agosto-2004 |       |       | NORMAL Agosto | ANOMALIA metros |
|--------|------------|-------------|-------|-------|---------------|-----------------|
|        | Nmed.      | Nmed        | Nmax. | Nmin. |               |                 |
| PISCO* | 0,14       | 0,19        | 0,27  | 0,07  | 0,25          | -0,06           |
| SAMA   | 0,39       | 0,40        | 0,42  | 0,38  | 0,40          | 0,00            |

**Gráfico 9. Niveles Medios Mensuales de la Vertiente del Pacífico Zona Sur por Cuencas**



## 2. VERTIENTE DEL LAGO TITICACA

### 2.1 Cuencas de los ríos Ramis, Ilave, Coata, Huancané

#### Análisis de precipitación

En la vertiente del lago Titicaca, para el mes de Agosto-2004, las precipitaciones disminuyeron con respecto al mes anterior, tal como se muestra en el **Gráfico 10**.

Como podemos apreciar, en el **Tabla 8**, la precipitación en las cuencas de los ríos Ramis, Ilave, Coata y Huancané presentaron una anomalía de 67%, -100%, -96% y 135% respectivamente.

#### Análisis de caudales

El comportamiento hidrológico del mes de Agosto-2004 de los principales tributarios del lago Titicaca se muestra en el **Tabla 9 y Gráfico 11**, siendo sus anomalías 61%, 11%, 27%, -13%, respectivamente de los ríos Ilave, Ramis, Huancané y Coata, con respecto a su normal. En términos generales se observa un superávit respecto a su normal.

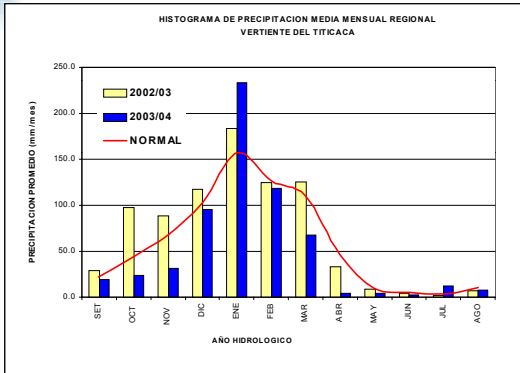
Como podemos apreciar en el **Gráfico 12**, el caudal del río Ilave durante el mes de Agosto ha disminuido ligeramente presentando valores normales.

#### Análisis de Niveles del lago Titicaca

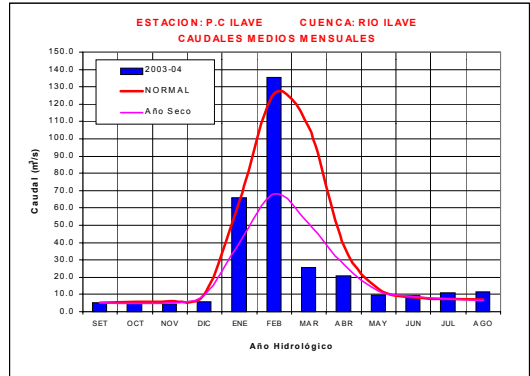
Durante el mes de Agosto 2004 el nivel del lago Titicaca ha disminuido en 0,09m, alcanzando al 31 de Agosto la cota de 3810,39 m.s.n.m.

En el **Tabla 10 y Gráfico 13** se resumen las fluctuaciones del nivel del lago durante el mes de Agosto 2004.

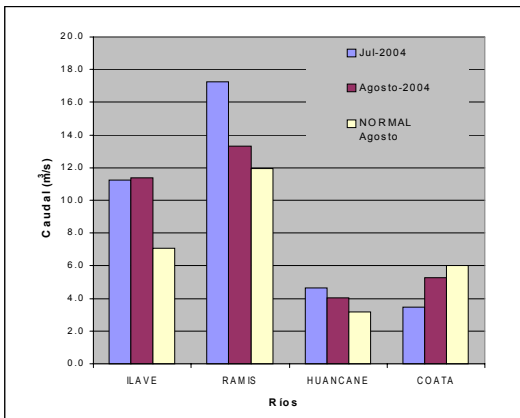
**Gráfico 10. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Lago Titicaca**



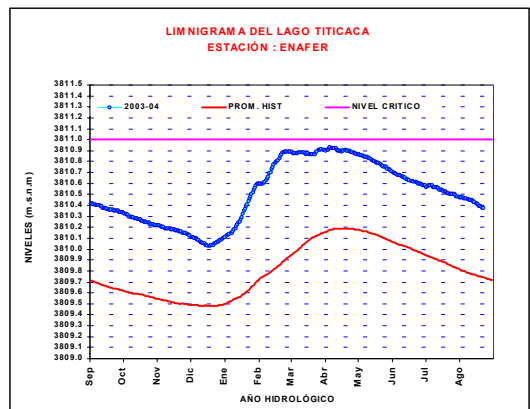
**Gráfico 12. Caudales medios mensuales del año hidrológico 2003-2004 y año promedio seco y normal del río Ilave**



**Gráfico 11. Caudales medios mensuales de la Vertiente del Lago Titicaca**



**Gráfico 13. Niveles medios diarios del Lago Titicaca**



**Tabla 8. Precipitación mensual de la vertiente del lago Titicaca por cuencas**

| CUENCA   | PRECIPITACION (mm) |        |        |          |
|----------|--------------------|--------|--------|----------|
|          | Jul-04             | Ago-04 | Normal | Anomalía |
| RAMIS    | 14,8               | 13,5   | 8,1    | 67%      |
| ILAVE    | 5,3                | 0,0    | 4,0    | -100%    |
| COATA    | 3,2                | 0,6    | 13,0   | -96%     |
| HUANCANE | 33,5               | 20,0   | 8,5    | 135%     |

**Tabla 9. Comportamiento de los caudales de los ríos de la vertiente del lago Titicaca**

| RIO       | Jul-2004 | Agosto-2004 |       |       | NORMAL Agosto | ANOMALIA |
|-----------|----------|-------------|-------|-------|---------------|----------|
|           | Qmed.    | Qmed.       | Qmax. | Qmin. |               |          |
| ILAVE*    | 11,2     | 11,4        | 21,2  | 8,9   | 7,1           | 61%      |
| RAMIS*    | 17,2     | 13,3        | 14,9  | 12,2  | 12,0          | 11%      |
| HUANCANE* | 4,7      | 4,0         | 4,8   | 3,7   | 3,2           | 27%      |
| COATA*    | 3,4      | 5,2         | 6,0   | 4,8   | 6,0           | -13%     |

**Tabla 10. Comportamiento de Niveles del lago Titicaca**

| LAGO          | Jul-2004             | Agosto-2004          |         | NORMAL Agosto | VARIACION DE NIVEL Agosto |
|---------------|----------------------|----------------------|---------|---------------|---------------------------|
|               | Nivel al 31 de Julio | Nivel al 31 - Agosto | Nmax.   |               |                           |
| LAGO TITICACA | 3810,48              | 3810,39              | 3810,48 | 3810,38       | -0,09                     |

## 3. VERTIENTE DEL ATLANTICO

### 3.1 Selva Norte

#### Sub Cuenca Amazonas

#### Análisis de precipitación

Las precipitaciones durante el mes de Agosto-2004, han disminuido significativamente con respecto al mes anterior; asimismo, han presentado un comportamiento deficitario, tal como se puede apreciar en el **Gráfico 14**.

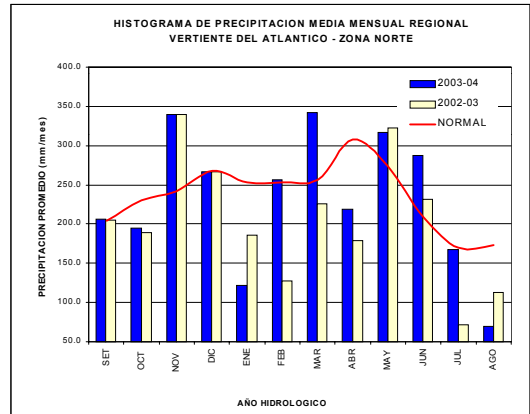
El comportamiento de la precipitación en la subcuenca Amazonas (área comprendida desde Nauta hasta su desembocadura en la frontera con el Brasil) presentó valores deficitarios, con una anomalía de -60%, con respecto a su valor normal. Ver **Tabla 11**.

#### Análisis de niveles de agua

El comportamiento del nivel de agua de los ríos Amazonas, Nanay, Napo y Corrientes, se muestra en el **Tabla 12 y Gráfico 15** donde podemos observar que en el mes de Agosto-2004 los niveles han disminuido con respecto al mes anterior. Asimismo, estos mismos ríos han presentado anomalías de -0,62m, -0,20m, 1,35m y -0,15m, respectivamente.

Como podemos apreciar en el **Gráfico 16**, el nivel del río Amazonas durante el mes de Agosto-2004 ha disminuido su nivel con respecto al mes anterior.

**Gráfico 14. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Atlántico - Zona Norte**



**Tabla 11. Precipitación mensual de la zona norte de la vertiente del Atlántico**

| CUENCA   | PRECIPITACION (mm) |        |        |          |
|----------|--------------------|--------|--------|----------|
|          | Jul-04             | Ago-04 | Normal | Anomalia |
| Amazonas | 167,2              | 69,1   | 172,7  | -60%     |

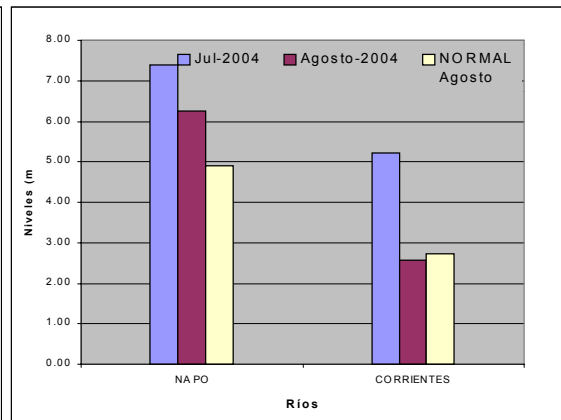
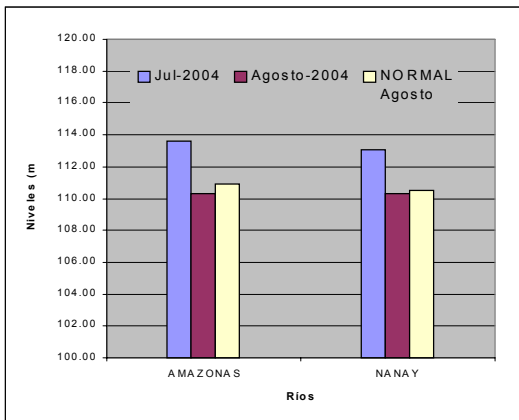
**Tabla 12. Comportamiento de los Niveles de rios de la selva norte**

| RIO        | Jul-2004 | Agosto-2004 |        |        | NORMAL Agosto | ANOMALIA |
|------------|----------|-------------|--------|--------|---------------|----------|
|            | Nmed.    | Nmed.       | Nimax. | Nmin.  |               |          |
| AMAZONAS   | 113,62   | 110,32      | 112,84 | 107,60 | 110,94        | -0,62    |
| NANAY      | 113,06   | 110,33      | 112,33 | 108,73 | 110,52        | -0,20    |
| NAPO*      | 7,39     | 6,24        | 7,50   | 4,73   | 4,90          | 1,35     |
| CORRIENTES | 5,22     | 2,58        | 3,78   | 1,35   | 2,73          | -0,15    |

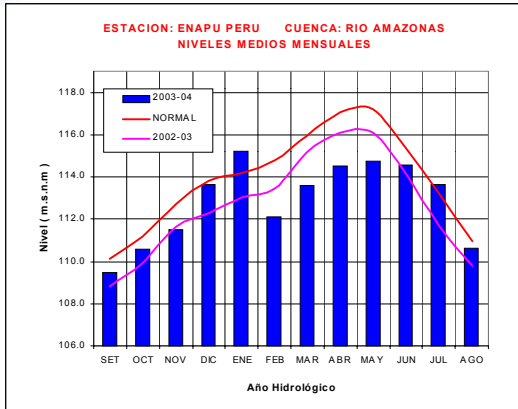
\* niveles expresados en m.s.n.m

\*\* niveles expresados en m.

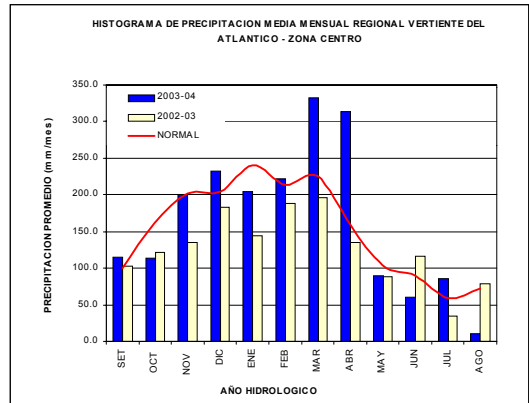
**Gráfico 15. Niveles medios mensuales de la zona norte de la vertiente del Atlántico**



**Gráfico 16. Niveles medios mensuales del año hidrológico 2003-2004, año seco promedio y normal del río Amazonas**



**Gráfico 17. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Atlántico - zona centro**



### 3.2 Selva Central

#### Cuencas de los ríos Huallaga, Ucayali y Mantaro

##### Análisis de precipitación

En el **Gráfico 17** se aprecia, que las precipitaciones durante el mes de Agosto del 2004 ha presentado valores inferiores con respecto al mes anterior.

Durante el mes de Agosto-2004 las precipitaciones registradas sobre las cuencas de los ríos Mantaro, Ucayali y Huallaga presentaron anomalías de -100%, -60% y -100%, respectivamente, como se puede observar en el **Tabla 13**.

**Tabla 13. Precipitación mensual por cuencas, en la zona centro de la vertiente del atlántico**

| CUENCA   | PRECIPITACION (mm) |        |        |            |
|----------|--------------------|--------|--------|------------|
|          | Jul-04             | Ago-04 | Normal | Anomalia % |
| MANTARO  | 9,6                | 0,0    | 77,8   | -100%      |
| UCAYALI  | 218,8              | 37,7   | 93,5   | -60%       |
| HUALLAGA | 63,9               | 0,0    | 62,4   | -100%      |

##### Análisis de niveles de agua

Los niveles de los ríos en esta región para el mes de Agosto-2004 han presentado valores normales e inferiores a sus valores normales. Los niveles del río Ucayali, Huallaga, Aguaytía, Tocache, Mantaro y Cunas presentaron anomalías con respecto a su normal de -1,15m, 0,06m, -0,57m, 0,36m, -0,27m y -0,31m, respectivamente. Ver **Tabla 14** y **Gráfico 18**.

**Tabla 14. Comportamiento de los niveles de los ríos de la selva central**

|            | Jul-2004<br>Nmed. | Agosto-2004 |       |       | NORMAL<br>Agosto | ANOMALIA<br>metros |
|------------|-------------------|-------------|-------|-------|------------------|--------------------|
|            |                   | Nmed.       | Nmax. | Nmin. |                  |                    |
| UCAYALI*   | 5,90              | 3,78        | 5,06  | 2,82  | 4,93             | -1,15              |
| HUALLAGA** | 15,56             | 15,05       | 15,72 | 14,48 | 14,99            | 0,06               |
| AGUAYTIA*  | 1,23              | 0,91        | 1,71  | 0,54  | 1,48             | -0,57              |
| TOCACHE*   | 1,32              | 1,18        | 6,00  | 0,56  | 0,81             | 0,36               |
| MANTARO    | 1,11              | 1,11        | 1,30  | 1,38  | 1,38             | -0,27              |
| CUNAS      | 0,23              | 0,22        | 0,24  | 0,20  | 0,52             | -0,31              |

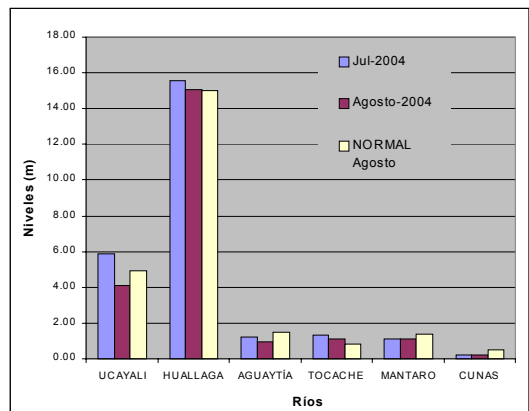
##### Análisis de caudales

Los caudales de los ríos Mayo y Biavo durante el mes de Agosto-2004 han disminuido con respecto al mes anterior; asimismo, han presentado una anomalía de -19,2% y -50,8%, respectivamente.

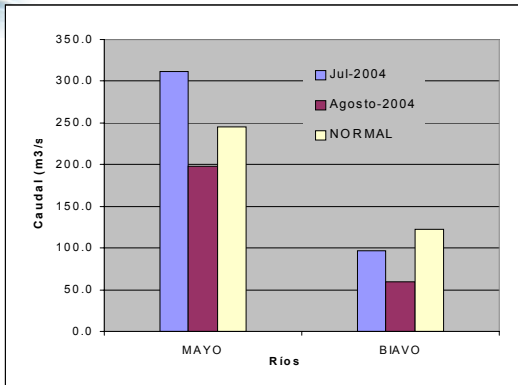
En el **Tabla 15** y **Gráfico 19** se presenta el comportamiento de los caudales en el mes de Agosto-2004.

El río Biavo en lo que va del año hidrológico ha tenido un comportamiento variable, como podemos observar en el **Gráfico 20**. Asimismo, podemos apreciar que desde el mes de Enero-2004 hasta la fecha ha presentado caudales menores a su normal.

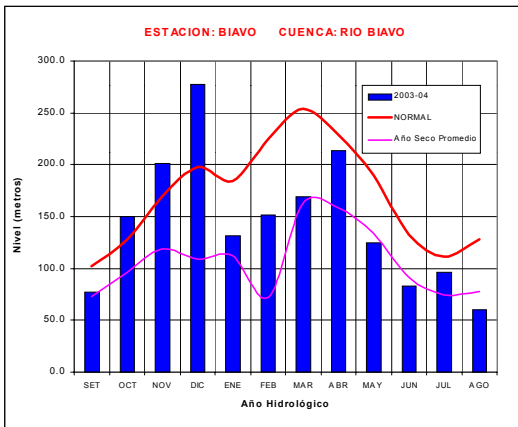
**Gráfico 18. Niveles medios mensuales de la zona centro de la Vertiente del Atlántico**



**Gráfico 19. Caudales medios mensuales de la zona centro de la Vertiente del Atlántico**



**Gráfico 20. Caudales medios mensuales del año hidrológico 2003-2004 y normal del río Biavo**



**Tabla 15. Comportamiento de los caudales de los ríos de la selva central**

| RIO    | Jul-2004 | Agosto-2004 |       |       | NORMAL Agosto | ANOMALIA |
|--------|----------|-------------|-------|-------|---------------|----------|
|        | Qmed.    | Qmed        | Qmax. | Qmin. |               |          |
| MAYO*  | 311,6    | 198,1       | 313,8 | 150,4 | 245,0         | -19,2%   |
| BIAVO* | 96,8     | 60,1        | 105,7 | 49,0  | 122,2         | -50,8%   |

### 3.3 Selva Sur

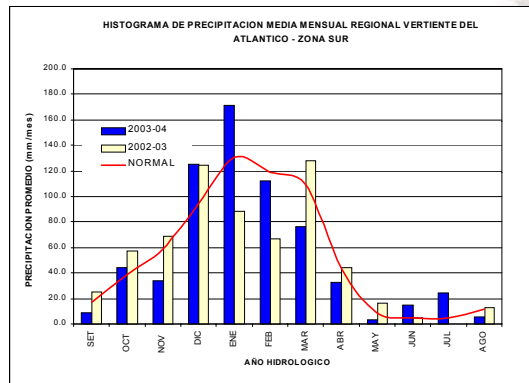
#### Cuencas del río Vilcanota

#### Análisis de precipitación

Como podemos apreciar en el **Gráfico 21** las precipitaciones en la cuenca del río Vilcanota durante el mes de Agosto-2004 han presentado valores deficitarios.

Asimismo, podemos apreciar en el **Tabla 16** que para el presente mes, la precipitación en la cuenca del río Vilcanota ha disminuido con respecto al mes anterior, presentando una anomalía de -55%.

**Gráfico 21. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Atlántico - Zona Sur**



**Tabla 16. precipitación mensual por cuencas en la zona sur de la vertiente del atlántico**

| CUENCA    | PRECIPITACION (mm) |        |               |            |
|-----------|--------------------|--------|---------------|------------|
|           | Jul-04             | Ago-04 | Normal Agosto | Anomalia % |
| Vilcanota | 24,7               | 5,1    | 11,4          | -55%       |

#### Análisis de caudales

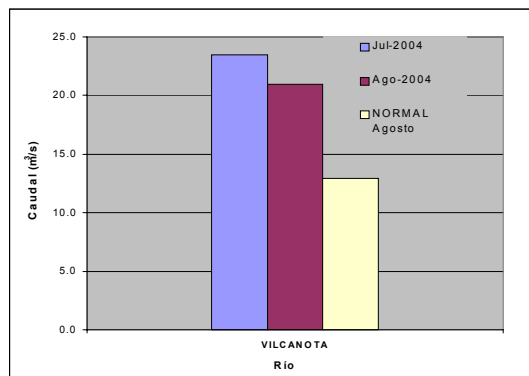
En el presente mes el caudal del río Vilcanota ha disminuido ligeramente su caudal respecto al mes anterior; y es mayor a su normal. Para el mes de Agosto-2004 presentó una anomalía de 62%, como podemos observar en el **Tabla 17 y Gráfico 22**.

En el análisis de los caudales del río Vilcanota se aprecia que el valor del mes de Agosto-2004 supera a su normal; sin embargo ha disminuido su caudal con respecto al mes anterior.

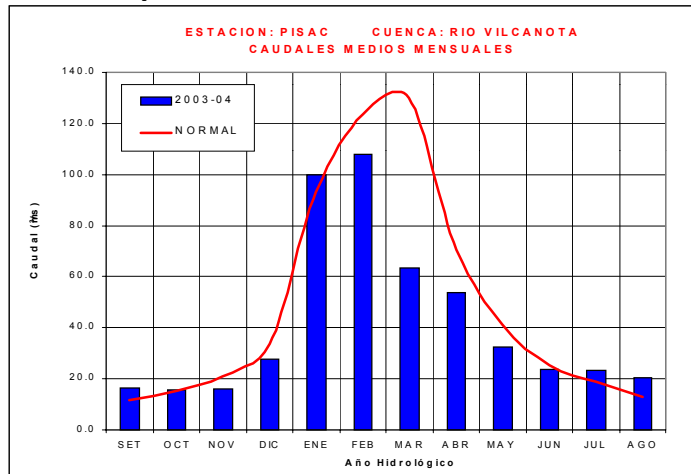
**Tabla 17. Comportamiento de los caudales del río Vilcanota**

| RIO       | Jul-2004 | Ago-2004 |       |       | NORMAL Agosto | ANOMALIA |
|-----------|----------|----------|-------|-------|---------------|----------|
|           | Qmed     | Qmed     | Qmax. | Qmin. |               |          |
| VILCANOTA | 23,5     | 21,0     | 28,1  | 17,7  | 13,0          | 62%      |

**Gráfico 22. Caudales medios mensuales de la zona sur de la Vertiente del Atlántico**



**Gráfico 23. Caudales medios mensuales del año hidrológico 2003-2004 y normal del río Vilcanota**



## 4. CONCLUSIONES

- En la Vertiente del Pacífico, los principales ríos han presentado valores deficitarios; y como un comportamiento propio de esta época del año han disminuido su caudal. Durante el año hidrológico 2003-2004 los principales ríos de esta vertiente han presentado valores deficitarios, por lo que se le puede caracterizar como un año seco.
- En la vertiente del lago Titicaca, debido a la presencia de algunas precipitaciones durante el mes de Agosto-2004, los niveles y caudales de los ríos se han presentado variables, en la mayoría de ellos, superior a sus normales.
- El nivel del lago Titicaca durante el mes de agosto ha disminuido en 9 centímetros y al 31 de Agosto ha alcanzado la cota 3810,39 m.s.n.m
- En la vertiente del Atlántico, principalmente en la zona Norte los ríos han presentado valores normales; sin embargo, sus niveles han descendido con respecto al mes anterior, característica propia de esta época del año. Para la zona Central los principales ríos han presentado valores normales y han mantenido sus niveles y caudales con respecto al mes anterior. Para la zona Sur, los niveles y caudales del río Vilcanota han tenido un comportamiento superior a su normal; sin embargo, ha disminuido su caudal con respecto al mes anterior.

## 5. TENDENCIA HIDROLOGICA PARA SETIEMBRE 2004

A continuación se presentan las proyecciones del comportamiento de los caudales y niveles de los principales ríos del Perú en sus tres vertientes. Las tendencias hidrológicas se han elaborado tomando como referencia los pronósticos meteorológicos del modelo climático CCM3 del SENAMHI para el mes de Setiembre del 2004.

De acuerdo al pronóstico de precipitaciones, para la vertiente del Pacífico existe una alta probabilidad de que en el mes de Setiembre del 2004, los caudales y niveles de los principales ríos de las cuencas hidrográficas del Pacífico continúen manteniendo su comportamiento deficitario en relación a su normal o promedio histórico.

Para la vertiente del lago Titicaca se tiene una alta probabilidad de que sus ríos presenten caudales cercanos a sus valores normales; asimismo, se prevé que los niveles del lago Titicaca seguirán descendiendo, comportamiento característico de esta época del año.

Para la vertiente del Atlántico, se prevé que los niveles y caudales de sus ríos alcancen sus valores normales durante el mes de Setiembre.

### III. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLÓGICAS AGOSTO 2004

#### 1. ÍNDICES AGROMETEOROLÓGICOS, FASES FENOLÓGICAS Y ESTADO DE LOS CULTIVOS : COSTA, SIERRA Y SELVA

En la región de la costa, en la mayor parte, las condiciones térmicas nocturnas y diurnas permanecieron normales; excepto durante el período nocturno en la costa sur y en algunos valles de la costa norte fueron ligeramente frías, acentuada en la primera y tercera década (Tinajones, Motupe, Alto Piura - Chulucanas, Bajo Piura - San Miguel, y Cayalti con temperaturas mínimas inferiores a su normal en 3,0; 2,0; 1,9; 1,7; y 1,6°C), condicionando en algunos cultivos (arroz y maíz) el retraso moderado de los primeros estadios de crecimiento. Asimismo, durante el período diurno, en Buenavista, La Cruz, Hacienda Bernales, Pampa Majes, Locumba, y Talla también fueron ligeramente frías con temperaturas máximas inferiores a su normal 2,1; 1,7; 1,7; 1,7; 1,5; y 1,4 °C. Lloviznas frecuentes en La Yarada (9,1 mm/mes; 4 días), Cañete (4,2 mm/mes; 7 días), y Calana (3,3 mm/mes; 7 días); y aisladas en San Camilo (1,5 mm/mes; 3 días) y Alcantarilla (1,1 mm/mes; 3 días). El nivel de almacenamiento de los reservorios de la costa norte continuó siendo deficientes.

En la mayor parte de la región de la sierra, la presencia de cobertura nubosa determinó condiciones térmicas nocturnas entre normal y menos frías de lo normal (superior entre 1,1 a 2,5°C); excepto en la sierra sur oriental (Cusco y Apurímac) y algunos lugares como Jauja, La Oroya, Cajatambo, Carumas, Chiguata, Progreso, Lagunillas y Huancané, en donde se presentaron noches más frías de lo normal (inferior a su normal entre 1,1 a 3,3°C). Se registraron heladas más intensas de lo normal en la primera década, en Granja Porcón y La Victoria; y en la segunda y tercera década, en Jauja, La Oroya, Cajatambo, Chivay, Sibayo, Imata, Andagua, Progreso, Lagunillas y Huancané. Las condiciones diurnas fueron variables presentándose: Normales en la sierra norte, sierra sur (zonas menores a 3500msnm) y los departamentos de Lima y Ancash; y más frías de lo normal (inferior de 1,1 a 4,2°C) acentuadas en la tercera década, en la sierra sur oriental, sierra sur occidental (en zonas mayores a 3500 msnm), altiplano y en los departamentos de Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho. En la mayor parte las lluvias fueron ligeras y localizadas, acentuadas en la tercera década, pero en el altiplano y algunos lugares (San Rafael, Cerro de Pasco, Huasahuasi, Huancavelica, Jacas Chico, Chaglla, y Carpish) fueron superiores a su normal; incluso en el altiplano se registraron lluvias sólidas (nevadas). Éste comportamiento aún condicionó la permanencia de suelos con humedad en deficiencia extrema ( $I_p=0,0$  a  $0,4$ ); salvo en Carpish, Jacas Chico y Chaglla en donde los suelos presentaron humedad de adecuada a exceso ligero ( $I_p=0,8$  a  $1,4$ ); asimismo también en algunos lugares del altiplano (Puno, Desaguadero, Tahuaco Yunguyo,

Juli, Ilave y Acora) que por la reserva de humedad del mes anterior y la intensidad de lluvias ocurridas actuales, condicionaron suelos con humedad en deficiencia ligera ( $I_p=0,5$  a  $0,6$ ). Generalmente en toda la sierra las lluvias ligeras no fueron suficientes para incrementar la humedad en los suelos y garantizar el inicio de la labores culturales y preparación de los terrenos para el inicio de la campaña agrícola 2004/2005.

En la región de la selva las condiciones térmicas nocturnas permanecieron normales, excepto Aucayacu y Puerto Inca que presentaron noches ligeramente frías (inferior a su normal en 3,3 y 1,6°C). En cambio, las condiciones diurnas presentaron tendencias menos cálidas de lo normal (inferiores a sus normales entre 1,1 a 1,8°C) acentuada en la tercera década. Se reportaron lluvias variables, acentuadas en la tercera década, presentándose tanto: Inferiores a su normal, en promedio 55% en los departamentos de Amazonas y Cajamarca; normal en la mayor parte de la selva central y los departamentos de Loreto y San Martín; y superiores a su normal en 68 a 75% en Saposoa, Tarapoto, Navarro, Lamas, Tournavista, Puerto Inca, Palmeras, Aguaytía, Pozuzo, Oxapampa y Satipo. Esto condicionó en la mayor parte suelos con humedad en deficiencia extrema a ligera ( $I_p=0,1$  a  $0,7$ ), ocasionando problemas de estrés hídrico durante la fructificación y maduración del café, salvo por su intensidad en el departamento de Loreto y Pongo de Caynarichi que condicionó exceso ligero ( $I_p=1,3$  a  $1,8$ ) y en otros lugares (Saposoa, Sauce, Tarapoto, Navarro, Tabalosos y Lamas) humedad adecuada ( $I_p=0,8$  a  $1,1$ ), que favorecieron los diferentes estados de crecimiento y desarrollo en el cultivo de arroz, foliación del café y maduración del naranjo.

A continuación se analizan las condiciones agrometeorológicas durante el mes de agosto de 2004, basado en la información de la **Tabla 1**, de los **Cuadros 1; 2 y 3** y de los **Mapas 1; 2; 3; 4 y 5**.

#### COSTA NORTE

Promedios de temperatura mínima de 14,7°C y máxima de 27,0°C, determinaron temperaturas nocturnas de 18,7°C y diurnas de 23,0°C. En la mayor parte de esta región, a diferencia del mes anterior (normal) las condiciones térmicas nocturnas fueron ligeramente frías, acentuadas en la primera y tercera década, siendo notorio en los valles de Tinajones, Motupe, Alto Piura (Chulucanas), Bajo Piura (San Miguel), Cayalti y Lambayeque con temperaturas mínimas inferiores a su normal en 3,0; 2,0; 1,9; 1,7; 1,6 y 1,2°C. Las condiciones diurnas fueron normales, excepto en La Cruz, Talla y La Esperanza que



permanecieron ligeramente frías con temperaturas máximas inferiores a su normal 1,7; 1,4; y 1,2°C acentuada en las tres décadas. Ausencia de lloviznas. La demanda hídrica del medio fue de 4,1 mm/día.

En el valle de Tumbes, se observaron condiciones térmicas diurnas ligeramente frías y las nocturnas normales que podrían estar ocasionando la aparición de moscas minadoras y un retraso moderado durante las fases iniciales de crecimiento en el cultivo de arroz (La Cruz). En el valle del Chira, las condiciones térmicas diurnas y nocturnas ligeramente frías (La Esperanza) y algunos lugares con condiciones normales (Mallares) favorecieron la foliación y aparición de la inflorescencia del algarrobo. En el Bajo Piura (San Miguel) y Alto Piura (Chulucanas), las condiciones térmicas diurnas ligeramente cálidas y nocturnas ligeramente frías favorecieron la cosecha del algodón Pima y fructificación del mango y limón; también, en otras parcelas finalizó la campaña del algodón Pima (Morropón). En el valle de Motupe, las condiciones térmicas diurnas y nocturnas favorecieron la fructificación del mango, palto y limonero y el reposo vegetativo del naranjo. En el valle de Tinajones, las condiciones térmicas frías si bien limitaron en la caña de azúcar el normal macollaje, pero favorecieron la síntesis y acumulación de sacarosa. En los valles de La Leche (Puchaca) y Zaña (Oyotún) los sembríos de arroz se hallaron en plántula y macollaje. El nivel de almacenamiento de los reservorios en la costa norte continuó siendo bajo, tal que no permitirá desarrollar el inicio de la campaña agrícola 2004/2005. Es necesario considerar que hasta el 31 de agosto de 2004 se observó en Poechos 265 MMC; San Lorenzo 62,6 MMC y Tinajones 18,0 MMC, volúmenes que representaron el 38; 24 y 6% de su capacidad máxima de almacenamiento, respectivamente, por lo que resulta necesario implementar un plan de contingencia y dedicarse a sembrar cultivos alternativos de poca demanda hídrica en sus diferentes fases de crecimiento y desarrollo.

## COSTA CENTRAL

Se registró una temperatura mínima de 12,0 °C y máxima de 23,0 °C y una temperatura nocturna de 15,6 °C y diurna de 19,4 °C. Las condiciones térmicas nocturnas persistieron normales; en cambio, las diurnas presentaron tendencia ligeramente frías, siendo notorio en Casma (Buenavista), Hacienda Bernales, Fonagro -Chincha y Tacama con temperaturas máximas inferiores a su normal en 2,1; 1,7; 1,2 y 1,2°C. Las mayores amplitudes y las extremas temperaturas ocurrieron en los valles ubicados al sur del departamento de Ica, de Copará y Ocucaje con una mínima extrema de 9,5°C y 9,2°C y con una máxima extrema de 27,1°C y 25,0°C, respectivamente. Lloviznas aisladas y localizadas se presentaron en Cañete (4,2 mm/mes), San Camilo (1,5 mm/mes) y Alcantarilla (1,1 mm/mes). La demanda hídrica del medio fue de 3,4 mm/día.

En los valles de Casma (Buenavista) y Huarmey, las condiciones térmicas diurnas ligeramente frías y nocturnas normales favorecieron la diferenciación de yemas florales en el ciruelo y fructificación del mango y en algunas parcelas se fueron retrasando moderadamente las primeras fases de crecimiento vegetativo de los diferentes cultivos anuales instalados. En el valle de Huaura, las condiciones térmicas normales favorecieron la cosecha de la caña de azúcar, el crecimiento vegetativo del maíz amarillo, formación de brotes laterales y floración en el cultivo de papa; y cosecha en los sembríos de fresa (Alcantarilla). En el valle de Cañete, las condiciones térmicas normales continuaron favoreciendo el crecimiento vegetativo de hortalizas, e iniciaron la diferenciación de yemas vegetativas a florales en algunas plantaciones de vid y emergencias en el cultivo de maíz y algodón (Cañete, Pacarán). En el valle de Mala, las condiciones térmicas diurnas normales y nocturnas ligeramente cálidas favorecieron la hinchazón de yemas florales en el manzano (La Capilla). En los valles de Chincha (Fonagro), Pisco (Bernales) e Ica (San Camilo, Tacama), las condiciones térmicas diurnas ligeramente frías y nocturnas ligeramente cálidas favorecieron la formación de los primeros botones florales y el reposo vegetativo de la vid. En el valle de Nazca, las condiciones diurnas normales y nocturnas ligeramente cálidas favorecieron la maduración del cultivo de papa y los frutales de vid continuaron en reposo vegetativo (Copara).

## COSTA SUR

Se registró una temperatura mínima de 11,2°C y una máxima de 21,9°C, con temperatura media nocturna de 14,8°C y diurna de 13,8°C, caracterizando la permanencia de condiciones normales; excepto Pampa Majes, Locumba, Camaná y Punta Atico que presentaron temperaturas máximas inferiores a su normal en 1,7; 1,5; 1,3; y 1,2 °C. Las temperaturas mínimas extremas entre 8,3 a 8,8°C ocurrieron en Aplao, La Joya, Locumba y Calana. Se presentaron lloviznas frecuentes en La Yarada (9,1 mm/mes; 4 días) y Calana (3,3 mm/mes; 7 días). La demanda hídrica promedio fue de 3,0 mm/día.

En el valle de Camaná y Pampa de Majes, las condiciones diurnas ligeramente frías y nocturnas normales no afectaron a los terrenos agrícolas que se encontraban en preparación (Camaná); mientras que en otros lugares favorecieron la maduración del cultivo de papa y floración del trigo (Pampa de Majes). En los valles de La Joya las condiciones diurnas y nocturnas fueron normales y en el valle del Tambo (Pampa Blanca) las condiciones ligeramente cálidas, favorecieron el crecimiento vegetativo del maíz amarillo y caña de azúcar. En el valle de Ilo, las condiciones térmicas normales continuaron favoreciendo el reposo vegetativo en el olivo, encontrándose algunas plantaciones en plena formación

de yemas florales. En el valle de Moquegua, las condiciones térmicas diurnas normales y nocturnas ligeramente cálidas favorecieron la formación de yemas florales y fructificación en la vid y palto. En el valle de Caplina las condiciones térmicas normales continuaron favoreciendo el reposo vegetativo en el olivo, palto, pero y durazno e hinchazón de yemas florales en algunas plantaciones de vid (La Yarada, Calana).

## SIERRA NORTE

La temperatura mínima osciló en 8,7 °C y la máxima en 21,6 °C, con temperaturas nocturnas de 12,9 °C y diurnas de 17,5 °C; de forma similar al mes anterior dichas condiciones térmicas nocturnas y diurnas fueron normales; excepto en algunos valles que durante el período nocturno estuvieron menos fríos de lo normal (Asunción, Cajabamba, Huamachuco, San Juan, y Namora con temperaturas mínimas superiores a su normal en 2,1; 1,5; 1,4; 1,2 y 1,2°C). Se presentaron heladas más intensas de lo normal en la primera década, en Granja Porcón (intensidad -3,5°C; 5 días) y La Victoria (intensidad -0,9°C; 4 días). Asimismo, se reportaron lluvias ligeras y localizadas, en la tercera década, menores a 7mm/mes, salvo en Granja Porcón, Weberbauer, Cutervo, y Huamachuco en donde fueron más intensas reportando totales entre 19 a 29 mm/mes. Los suelos se encuentran con deficiencia extrema de humedad ( $I_p=0,0$  a  $0,2$ ).

En Ayabaca, Huancabamba y Huarmaca, se presentaron deficiencias extremas de humedad en los suelos, las mismas que no están garantizando el inicio de las labores culturales y la preparación de los terrenos para el inicio de la campaña agrícola. En las localidades de Santa Cruz, Chancay Baños, Granja Porcón, Bambamarca, Asunción, Cospán, San Juan, Contumaza, Magdalena, San Miguel, Llapa, San Pablo, Celendín, Weberbauer, Namora, y San Marcos continuaron presentándose deficiencias extremas de humedad en los suelos. En las localidades de Jesús, Cutervo, Cajabamba estas deficiencias no favorecieron a los cultivos de papa y maíz que estuvieron en maduración y cosecha, ocasionando problemas de estrés hídrico en los cultivos. En la sierra de La Libertad (Salpo, Huamachuco) y Cajamarca (Chota), persistieron las deficiencias extremas de humedad en los suelos siendo no significativos para los campos agrícolas.

## SIERRA CENTRAL

En esta región, el promedio de la temperatura mínima fue de 4,0°C y la máxima de 18,0°C, con temperatura nocturna de 8,6°C y diurna de 13,4°C. Las condiciones térmicas nocturnas fueron variables: Noches normales en los departamentos de Ancash hasta Junín y noches menos frías de lo normal (superior entre 1,1 a 2,5°C) en los departamentos de Huancavelica y Ayacucho. Excepto Jauja, La Oroya y Cajatambo que presentaron noches más frías de lo normal con temperaturas mínimas infe-

riores a su normal en 1,9; 1,6 y 1,1°C. Las condiciones diurnas fueron más frías de lo normal, siendo notorio en Huancapi, La Oroya, Jacas Chico, Cerro de Pasco, Jauja, Pampas, Canchán, Lircay, Quinua, San Juan de Jarpa, y Acobamba con temperaturas máximas inferiores a su normal en 4,2; 4,0; 3,3; 2,7; 2,4; 1,9; 1,8; 1,6; 1,6; 1,4; y 1,3°C; la excepción fueron los departamentos de Lima y Ancash que presentaron períodos diurnos normales. Asimismo, se registraron lluvias ligeras e intermitentes en la mayor parte de los departamentos desde Huánuco hasta Ayacucho (<18 mm/mes); salvo en San Rafael, Cerro de Pasco, Huasahuasi, Huancavelica, Jacas Chico, Chaglla, y Carpath donde las lluvias fueron más frecuentes reportando totales de 23; 25; 38; 40; 59; 77; y 117mm/mes. Éste comportamiento aún condicionó la permanencia de suelos con humedad en deficiencia extrema ( $I_p=0,0$  a  $0,4$ ), salvó en Carpath, Jacas Chico y Chaglla que condicionaron suelos con humedad adecuada a exceso ligero ( $I_p=0,8$  a  $1,4$ ).

En la cuenca alta del río Chillón, persistieron las deficiencias extremas de humedad en los suelos agrícolas; en algunos lugares los campos conducidos bajo riego mantuvieron a los cultivos instalados (como la alfalfa) en plena brotación y crecimiento vegetativo (Canta). En las cuencas altas de los ríos Pativilca (Chiquián, Cajatambo) y Huaura (Oyón), persistieron las condiciones de deficiencia extrema de humedad que no garantizan el inicio de las labores de preparación de los terrenos de secano ni tampoco favorecieron el crecimiento de los cultivos instalados. En Huánuco y Canchán, continuaron las deficiencias de humedad en los suelos ocasionando problemas de estrés hídrico en los cultivos instalados y afectando el normal crecimiento de las yemas florales e inicio de la fructificación en el naranjo y limonero, el mango y palto se hallaron en fructificación y cosecha. En Chaglla y Jacas Chico, se presentaron condiciones de humedad adecuada que favorecieron la realización de las labores de siembra del cultivo de papa y maduración de la cebada. En el valle del Mantaro, continuaron las condiciones de deficiencia extrema de humedad en los suelos. En los valles de Tarma y Huasahuasi, también se presentaron deficiencias extremas de humedad; sin embargo los cultivos fueron conducidos bajo riego y se encuentran bajo buenas condiciones; así como la arveja, que se halló en fructificación y el maíz amiláceo en emergencia. En Huancavelica (Lircay, Pampa, Acobamba) y Ayacucho (Puquio, Quinua y Huancapi) permanecieron las deficiencias extremas de humedad en los suelos; las heladas meteorológicas no fueron significativas para los terrenos agrícolas que continuaron en descanso.

## SIERRA SUR

Temperatura mínima de 3,1 °C y máxima de 19,5 °C con temperatura nocturna 9,0 °C y diurna de 14,2 °C. En la sierra sur oriental (Cusco y Apurímac) las condiciones térmicas nocturnas y diurnas fueron más frías de lo nor-

mal (inferior a su normal entre 1,1 a 2,2°C). En la mayor parte de la sierra sur occidental las condiciones térmicas nocturnas variaron entre normal y menos frías de lo normal (superior a su normal entre 1,5 a 3,3 °C), excepto Carumas y Chiguata que presentaron períodos nocturnos más fríos de lo normal con temperaturas mínimas inferiores a su normal en 3,4 y 1,5 °C. En la mayor parte, las condiciones diurnas fueron normales, excepto en las zonas mayores a 3500 msnm que presentaron períodos diurnos más fríos de lo normal (Huasacache, Cabanaconde, Angostura, Colca y Sibayo con temperaturas máximas inferiores a su normal en 1,7; 1,6; 1,2; 1,1; y 10 °C), acentuada en la segunda y tercera década. Se reportaron heladas en Chivay, Sibayo, Imata y Andahua con una intensidad mayor a lo normal en la segunda y tercera década. Asimismo, se produjeron lluvias ligeras y aisladas, acentuadas en la tercera década, en la sierra sur oriental y zonas mayor a 3800 msnm (Chivay, Sibayo, Imata y Angostura) reportando cantidades menores a 18 mm/mes. Los suelos persistieron con humedad en deficiencia extrema ( $I_p=0,0$  a 0,2).

En los valles del Urubamba (Anta y Granja Kcayra) y Vilcanota (Sicuani) continuaron las deficiencias extremas de humedad y heladas meteorológicas, aunque no fueron significativas para los campos agrícolas que continuaron en descanso, pero que si afectaron severamente el crecimiento de algunos cultivos anuales conducidos bajo riego. Abancay, Andahuaylas y Curahuasi presentaron deficiencias extremas de humedad; sin embargo, estas deficiencias fueron complementadas con riego que permitieron la fructificación del duraznero y el crecimiento vegetativo del cultivo de papa. En las cuencas altas de los ríos Camaná (Chuquibamba, Andagua, Cabanaconde, Chivay, Pampa Colca, Machaguay, Chocho y Huambo), Ocoña (Yanaquihua, Salamanca, Cotahuasi), Colca (Sibayo), río Quilca (Imata, Chiguata, La Pampilla, Huasacache) las deficiencias extremas de humedad en los suelos no fueron significativas para los terrenos agrícolas que se hallaron generalmente en descanso, además no propiciaron la preparación de terrenos para iniciar la campaña agrícola; sin embargo la presencia de heladas y nevadas ocasionaron grandes pérdidas de auquénidos. En Huasacache, las deficiencias extremas de humedad fueron complementadas con riego, en donde los cultivos de alfalfa se hallaban en brotación y la cebolla en plántula. En la cuenca alta del río Tambo, los cultivos instalados también fueron conducidos bajo riego para suplir la deficiencia hídrica extrema en la zona, encontrándose los cultivos de alfalfa en plena brotación, orégano en floración y papa en emergencia; sin embargo la presencia de heladas afectó el crecimiento vegetativo de algunos cultivos instalados (Ubinas, Carumas).

Altiplano: Temperatura mínima de -2,8 °C y máxima de 14,3 °C, con temperatura nocturna de 2,8 °C y diurna de 8,6 °C. En la mayor parte, permanecieron condiciones

térmicas nocturnas entre normal y menos frías de lo normal; excepto en Progreso, Lagunillas y Huancané que presentaron períodos nocturnos más fríos de lo normal con temperaturas mínimas inferiores a su normal en 2,9; 1,3 y 1,0 °C. Las condiciones diurnas presentaron tendencia más frías de lo normal (inferior a su normal entre 1,1 a 2,1°C), acentuada en la tercera década. Se dio la ocurrencia de heladas en toda la región, siendo más intensas de lo normal en los lugares donde las temperaturas mínimas fueron inferiores a su normal (Progreso, Lagunillas y Huancané). Se presentaron precipitaciones líquidas y sólidas, acentuadas en la tercera década, reportando valores entre 1 a 49 mm/mes (superiores a su normal). Esto en la mayor parte condicionó en los suelos humedad en deficiencia extrema ( $I_p=0,0$  a 0,4), salvo en Puno, Desaguadero, Tahuaco Yunguyo, Juli, Ilave y Acora que con la reserva de humedad del mes anterior más la intensidad de lluvias ocurridas, condicionó suelos con humedad en deficiencia ligera ( $I_p=0,5$  a 0,6).

En Cabanillas, Ilave, Huaraya Moho, Lampa, Mañazo, Taraco, Yunguyo, Ayavirí y Progreso, continuaron presentándose condiciones de deficiencia extrema de humedad en los suelos y ocurrencia de heladas meteorológicas en toda la región; dichas condiciones no resultaron favorables para la preparación de los terrenos agrícolas e inicio de la campaña agrícola, lo que dio lugar a que los campos de cultivos continuaran generalmente en descanso y en algunos lugares las condiciones fueran desfavorables para la producción pecuaria.

## SELVA NORTE

Temperatura mínima de 19,1°C y máxima de 30,5°C, con temperatura nocturna de 22,7°C y diurna de 26,8°C. Dichos registros caracterizaron condiciones térmicas nocturnas normales y condiciones diurnas también normales con tendencia a menos cálidas de lo normal (inferiores a sus normales entre 1,1 a 1,3°C), en la primera y tercera década. Las lluvias fueron variables presentándose inferiores a su normal en promedio 55% en los departamentos de Amazonas y Cajamarca; normales en la mayor parte de los departamentos de Loreto y San Martín; y superiores a su normal en 68% en Saposoa, Tarapoto, Navarro y Lamas. Esto condicionó en la mayor parte suelos con humedad en deficiencia extrema ( $I_p=0,1$  a 0,4), salvo en el departamento de Loreto y Pongo de Caynarachi que condicionó suelos en exceso ligero ( $I_p=1,3$  a 1,8) y también en algunos lugares (Saposoa, Sauce, Tarapoto, Navarro, Tabalosos y Lamas) que por su intensidad condicionó humedad adecuada ( $I_p=0,8$  a 1,1).

En el valle del Utcubamba (Bagua Chica) y Jaén, las condiciones térmicas normales fueron favorables para los cultivos anuales instalados en la zona. En la cuenca del Chinchipe (San Ignacio y Chirinos), las condiciones térmicas propiciaron la proliferación de la roya y

cercospora en los sembríos de café Catimor y Caturra que se hallaron en fase de floración y maduración. En el valle del Huallaga Central, las condiciones térmicas normales y condiciones de humedad adecuada favorecieron los sembríos de arroz en macollaje, naranjo Valencia en fructificación y plátano en maduración (Bellavista y Sauce). El Bajo Huallaga, presentó condiciones térmicas normales que favorecieron la inflorescencia del pijuayo y la humedad en los suelos continuó siendo favorable para el crecimiento del cultivo de arroz (Navarro, San Ramón). En el Alto Mayo (Moyobamba, Rioja, Naranjillo) las condiciones térmicas normales y humedad adecuada en los suelos favorecieron las fases fenológicas de plántula, macollaje y elongación de tallos en el cultivo de arroz. En el Bajo Mayo (Tabalosos, Lamas y El Porvenir), las condiciones térmicas normales y condiciones de humedad adecuada continuaron favoreciendo las diferentes fases de crecimiento de arroz, foliación del café y cosecha del naranjo. En la cuenca del río Amazonas y Ucayali, las condiciones térmicas continuaron siendo favorables para los cultivos de pijuayo, piña, café, plátano y yuca en sus diferentes fases fenológicas (Tamshiyacu, Requena, Genaro Herrera y Mazan).

## SELVA CENTRAL

Temperatura mínima de 17,8 °C y máxima de 29,1 °C, con medias de temperatura nocturna de 21,5 °C y diurna de 25,4 °C, caracterizaron la permanencia de condiciones térmicas nocturnas normales, excepto Aucayacu y Puerto Inca que presentaron noches ligeramente frías (inferior a su normal en 3,3 y 1,6°C). Las condiciones diurnas fueron menos cálidas de lo normal (inferior a su normal entre 1,2 a 1,8°C) en la segunda y tercera década. Se registraron lluvias de intensidad normal (54 a 74

mm/mes), excepto en algunos lugares (Tournavista, Puerto Inca, Palmeras, Aguaytía, Pozuzo, Oxapampa y Satipo) en donde fueron superiores a su normal en 75% (93 a 138 mm/mes), acentuadas en la tercera década. Esto condicionó suelos con humedad en deficiencia ligera a adecuada ( $I_p=0,5$  a  $1,1$ ), salvo el Maronal que presentó deficiencia extrema ( $I_p=0,4$ ).

En el valle de Aguaytía, las condiciones de humedad adecuada en los suelos fueron favorables durante la maduración del naranjo, papayo y palma aceitera (Aguaytía, Maronal, Las Palmeras). En el valle de Pachitea, la presencia de humedad adecuada continuó satisfaciendo los requerimientos de los sembríos de arroz en maduración córnea y cosecha; también fueron favorables para la maduración del palto, crecimiento vegetativo de la yuca y foliación del tangelo (Pozuzo, Oxapampa). En el Perené, las condiciones térmicas ligeramente frías y condiciones de humedad adecuada continuaron favoreciendo la cosecha del naranjo y floración del café Caturra (Pichanaki).

## SELVA SUR

Temperatura mínima de 16,3 °C y máxima de 29,1 °C, con temperatura nocturna de 20,5 °C y diurna de 24,8 °C. Presencia de lluvias ligeras, con reportes totales entre 46 a 69 mm/mes, condicionaron suelos en deficiencia extrema en Quillabamba ( $I_p=0,4$ ) y deficiencia ligera en Puerto Maldonado y Tambopata ( $I_p=0,5$ ).

En Quillabamba, las deficiencias extremas de humedad continuaron afectando la maduración del café, ocasionando problemas de estrés hídrico.

**Tabla 1. Clasificación térmica basado en los requerimientos térmicos de los cultivos, adaptados a las características climáticas del Perú (SENAMHIDGA, 2002)**

| CLASIFICACIÓN         | RANGOS DE TEMPERATURA (°C) |
|-----------------------|----------------------------|
| Extremadamente cálido | >32                        |
| Cálido                | [25 a 32]                  |
| Moderados             | [20 a 25]                  |
| Templado              | [17 a 20]                  |
| Frescas               | [12 a 17]                  |
| Frias                 | [5 a 12]                   |
| Extremadamente frío   | <5                         |

| CLASIFICACIÓN      | RANGOS DE ANOMALIA (°C) |
|--------------------|-------------------------|
| Cálido             | >3,0                    |
| Ligeramente cálido | [1,0 a 3,0]             |
| Normal o habitual  | [-1,0 a 1,0]            |
| Ligeramente frío   | [-3,0 a -1,0]           |
| Frío               | <-3,0                   |

\*\*\*\*Clasificación térmica realizada en base a los requerimientos térmicos de los cultivos, adaptados a las características climáticas del Perú (SENAMHIDGA, 2002)

**Cuadro 1. Índices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos en la costa - agosto 2004**

| ESTACION METEOROLOGICA | TEMPERATURA DIURNA |               | HUMEDAD       |                | CULTIVO         |                                    | FASE FENOLOGICA | ESTADO  |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|---------|
|                        | (°C)               | CLASIFICACION | CLASIFICACION | NOMBRE         | VARIEDAD        |                                    |                 |         |
| <b>COSTA NORTE</b>     |                    |               |               |                |                 |                                    |                 |         |
| LA CRUZ                | 21.9               | Moderado      | Adecuado      | Arroz          | Nir 1           | Macollaje 30%                      |                 | Regular |
| LA ESPERANZA           | 22.1               | Moderado      | Adecuado      | Algarrobo      | -               | Inflorescencia 100%                |                 | Bueno   |
| CHULUCANAS             | 26.2               | Cálido        | Adecuado      | Mango          | Edward          | Fructificación 10%                 |                 | Bueno   |
| CHULUCANAS             | 26.2               | Cálido        | Adecuado      | Limón          | Sutil           | Fructificación 100%                |                 | Bueno   |
| SAN MIGUEL             | 24.1               | Moderado      | Adecuado      | -              | -               | Terreno en descanso                |                 | -       |
| MORROPON               | 26.3               | Cálido        | Adecuado      | Algodón        | Pima            | Cosecha                            |                 | Bueno   |
| TINAJONES              | 22.1               | Moderado      | Adecuado      | Caña de azúcar | G 37            | Macollaje 100%                     |                 | Regular |
| MALLARES               | 25.0               | Moderado      | Adecuado      | Algarrobo      | -               | Foliación 100%                     |                 | Bueno   |
| MOTUPE                 | 23.0               | Moderado      | Adecuado      | Mango          | Kent            | Fructificación 30%                 |                 | Bueno   |
| MOTUPE                 | 23.0               | Moderado      | Adecuado      | Palto          | Fuerte          | Fructificación 10%                 |                 | Bueno   |
| MOTUPE                 | 23.0               | Moderado      | Adecuado      | Tangelo        | -               | Reposo vegetativo                  |                 | Bueno   |
| MOTUPE                 | 23.0               | Moderado      | Adecuado      | Limón          | Sutil           | Fructificación 20%                 |                 | Regular |
| TALLA                  | 20.7               | Moderado      | Adecuado      | -              | -               | Terreno en descanso                |                 | -       |
| <b>COSTA CENTRAL</b>   |                    |               |               |                |                 |                                    |                 |         |
| HUARMEY                | 17.9               | Templado      | Adecuado      | Maiz           | DK 834          | Aparición de hojas, 15 hojas       |                 | Bueno   |
| ALCANTARILLA           | 17.4               | Templado      | Adecuado      | Caña de azúcar | Azul            | Cosecha                            |                 | Bueno   |
| ALCANTARILLA           | 17.4               | Templado      | Adecuado      | Papa           | Canchán         | Brotos laterales 100%              |                 | Bueno   |
| LA CAPILLA             | 19.1               | Templado      | Adecuado      | Manzano        | Delicia         | Hinchazón de yemas florales        |                 | -       |
| BUENAVISTA             | 20.5               | Moderado      | Adecuado      | Mango          | -               | Fructificación 10%                 |                 | Bueno   |
| BUENAVISTA             | 20.5               | Moderado      | Adecuado      | Ciuela Chica   | -               | Floración 100%                     |                 | Bueno   |
| BUENAVISTA             | 20.5               | Moderado      | Adecuado      | Ciuela Grande  | -               | Floración 100%                     |                 | Bueno   |
| PACARAN                | 20.5               | Moderado      | Adecuado      | Vid            | Borgoña         | Hinchazón de yemas florales 50%    |                 | -       |
| PACARAN                | 20.5               | Moderado      | Adecuado      | Vid            | Quebranta       | Hinchazón de yemas florales 20%    |                 | -       |
| PACARAN                | 20.5               | Moderado      | Adecuado      | Vid            | Ubina           | Reposo vegetativo                  |                 | -       |
| SAN CAMILO             | 21.1               | Moderado      | Adecuado      | Vid            | Quebranta       | Reposo vegetativo                  |                 | -       |
| SAN CAMILO             | 21.1               | Moderado      | Adecuado      | Algodón        | Tanguis         | Botón floral 20%                   |                 | Bueno   |
| COPARA                 | 21.3               | Moderado      | Adecuado      | Papa           | Canchán         | Maduración 90%                     |                 | Bueno   |
| <b>COSTA SUR</b>       |                    |               |               |                |                 |                                    |                 |         |
| CAMANA                 | 16.7               | Fresco        | Adecuado      | -              | -               | Terreno en descanso                |                 | -       |
| PAMPA BLANCA           | 18.2               | Templado      | Adecuado      | Caña de azúcar | -               | Aparición del primer banderín 100% |                 | Bueno   |
| APLAO                  | 19.3               | Templado      | Adecuado      | Trigo          | Gavilán         | Floración 28%                      |                 | Bueno   |
| APLAO                  | 19.3               | Templado      | Adecuado      | Papa           | Canchán         | Maduración 85%                     |                 | Bueno   |
| PAMPA MAJES            | 19.4               | Templado      | Adecuado      | Papa           | Perricholi      | Emergencia                         |                 | Bueno   |
| LA JOYA                | 21.0               | Moderado      | Adecuado      | -              | -               | Terreno en descanso                |                 | -       |
| ILO                    | 18.0               | Templado      | Adecuado      | Olivo          | Sevillano       | Hinchazón de yemas florales        |                 | Bueno   |
| LOCUMBA                | 17.7               | Templado      | Adecuado      | Cebolla        | Amarilla        | Plántula 100%                      |                 | Bueno   |
| MOQUEGUA               | 21.5               | Moderado      | Adecuado      | Vid            | Thompson        | Fructificación 100%                |                 | Bueno   |
| MOQUEGUA               | 21.5               | Moderado      | Adecuado      | Vid            | Italia          | Fructificación 70%                 |                 | Bueno   |
| MOQUEGUA               | 21.5               | Moderado      | Adecuado      | Vid            | Cardinal        | Reposo vegetativo                  |                 | Bueno   |
| MOQUEGUA               | 21.5               | Moderado      | Adecuado      | Palto          | Fuerte          | Fructificación 40%                 |                 | Bueno   |
| LA YARADA              | 17.8               | Templado      | Adecuado      | Olivo          | Sevillano       | Hinchazón de yemas florales 80%    |                 | Bueno   |
| CALANA                 | 16.1               | Fresco        | Adecuado      | Uva            | Negra Barbera   | Hinchazón de yemas florales 20%    |                 | Bueno   |
| CALANA                 | 16.1               | Fresco        | Adecuado      | Durazno        | Ullicate        | Reposo vegetativo                  |                 | Bueno   |
| CALANA                 | 16.1               | Fresco        | Adecuado      | Pero           | Packam's 1 nump | Reposo vegetativo                  |                 | Bueno   |

Nota: 1) Análisis de humedad realizado en condiciones de secano.

2) Los cultivos de costa Norte, Centro y Sur son conducidos generalmente bajo riego.

**Cuadro 2. Índices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos en la sierra - agosto 2004**

| ESTACION METEOROLOGICA | TEMPERATURA DIURNA |               | HUMEDAD |                     | CULTIVO |                 | FASE FENOLOGICA                  | ESTADO  |
|------------------------|--------------------|---------------|---------|---------------------|---------|-----------------|----------------------------------|---------|
|                        | (°C)               | CLASIFICACION | Ip      | CLASIFICACION       | NOMBRE  | VARIEDAD        |                                  |         |
| <b>SIERRA NORTE</b>    |                    |               |         |                     |         |                 |                                  |         |
| AYABACA                | 16.0               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| HUARMACA               | 18.7               | Templado      | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| HUAMACHUCO             | 14.7               | Fresco        | 0.2     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| SALPO                  | 12.8               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| SANTA CRUZ             | 19.4               | Templado      | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| SAN MARCOS             | 19.2               | Templado      | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| CHOTA                  | 16.5               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| CUTERVO                | 13.7               | Fresco        | 0.3     | Deficiencia extrema | Maíz    | De la zona      | Cosecha                          | Regular |
| CONTUMAZA              | 17.4               | Templado      | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| CAJABAMBA              | 18.6               | Templado      | 0.0     | Deficiencia extrema | Papa    | Amarilis        | Floración 60%                    | Regular |
| BAMBAMARCA             | 16.9               | Fresco        | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| SAN MIGUEL(CAJAM.)     | 17.0               | Templado      | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| CELENDIN               | 15.4               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| GRANJA PORCON          | 12.3               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| <b>SIERRA CENTRAL</b>  |                    |               |         |                     |         |                 |                                  |         |
| CHIQUEAN               | 14.6               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| CANTA                  | 15.1               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Alfalfa | Suprema         | Crecimiento vegetativo           | Bueno   |
| CAJATAMBO              | 12.6               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| HUANUCO                | 20.7               | Moderado      | 0.1     | Deficiencia extrema | Naranja | Valencia        | Maduración 70%                   | Regular |
| HUANUCO                | 20.7               | Moderado      | 0.1     | Deficiencia extrema | Mango   | Camboyano       | Floración 40%                    | Bueno   |
| HUANUCO                | 20.7               | Moderado      | 0.1     | Deficiencia extrema | Palto   | Fuerte          | Fructificación 20%, Florac. 100% | Bueno   |
| HUANUCO                | 20.7               | Moderado      | 0.1     | Deficiencia extrema | Limón   | Tayti           | Floración 100%                   | Regular |
| SAN RAFAEL             | 17.2               | Templado      | -       | -                   | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| JACAS CHICO            | 7.5                | Frio          | 0.9     | Adecuado            | Cebada  | Mejorada        | Maduración 25%                   | Bueno   |
| HUANCAVELICA           | 11.9               | Frio          | 0.4     | Deficiencia ligera  | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| HUASAHUASI             | 13.4               | Fresco        | 0.4     | Deficiencia ligera  | Arveja  | Rondón          | Fructificación 100%              | Bueno   |
| TARMA                  | 14.3               | Fresco        | 0.2     | Deficiencia extrema | Maíz    | Cusco Urubamba  | Emergencia 60%                   | Bueno   |
| HUAYAO                 | 13.7               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| JAUJA                  | 12.1               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Maíz    | Hibrido         | Maduración pastosa 100%          | Bueno   |
| LIRCAY                 | 13.7               | Fresco        | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| ACOBAMBA               | 12.4               | Fresco        | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| PAMPAS                 | 11.5               | Frio          | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| QUINUA                 | 12.6               | Fresco        | 0.2     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| HUANCAPI               | 14.8               | Fresco        | 0.2     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| <b>SIERRA SUR</b>      |                    |               |         |                     |         |                 |                                  |         |
| ABANCAY                | 15.1               | Fresco        | 0.2     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| CURAHUASI              | 16.1               | Fresco        | 0.1     | Deficiencia extrema | Durazno | Blanquillo      | Fructificación 70%               | Bueno   |
| CURAHUASI              | 16.1               | Fresco        | 0.1     | Deficiencia extrema | Maíz    | Blanco Amiláceo | Aparición de hojas, 18 hojas     | Bueno   |
| ANDAHUAYLAS            | 13.6               | Fresco        | 0.2     | Deficiencia extrema | Papa    | Canchán         | Emergencia 97.5%                 | Bueno   |
| URUBAMBA               | 15.0               | Fresco        | 0.1     | Deficiencia extrema | Maíz    | Choclo          | Aparición de hojas, 3 hojas      | Regular |
| GRANJA KAYRA           | 13.2               | Fresco        | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| ANTA (ANCACHURO)       | 12.4               | Frio          | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| SICUANI                | 11.6               | Frio          | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| CARAVELI               | 22.4               | Moderado      | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| PUQUINA                | 16.4               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Alfalfa | Yaragua         | Brotación 100%                   | Bueno   |
| PUQUINA                | 16.4               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Habas   | De la zona      | Fructificación 100%              | Bueno   |
| PUQUINA                | 16.4               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| HUASACACHE             | 17.2               | Templado      | 0.0     | Deficiencia extrema | Alfalfa | Yaragua         | Fin de la brotación              | Bueno   |
| HUASACACHE             | 17.2               | Templado      | 0.0     | Deficiencia extrema | Cebolla | Perilla         | Plantula 100%                    | Bueno   |
| COTAHUASI              | 17.9               | Templado      | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| CABANAONDE             | 13.2               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Maíz    | Blanco          | Emergencia                       | Bueno   |
| CHIVAY                 | 12.3               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Habas   | Común           | Siembra                          | -       |
| CARUMAS                | 13.9               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Orégano | Palo Rojo       | Floración 100%                   | Bueno   |
| CARUMAS                | 13.9               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Alfalfa | Americana       | Floración 100%                   | Bueno   |
| CARUMAS                | 13.9               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Papa    | Perricholi      | Emergencia 100%                  | Bueno   |
| UBINAS                 | 13.5               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | Alfalfa | Yaragua         | Corte de alfalfa                 | Malo    |
| TARATA                 | 15.0               | Fresco        | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| <b>ALTIPLANO</b>       |                    |               |         |                     |         |                 |                                  |         |
| CABANILLAS             | 9.6                | Frio          | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| ILAVE                  | 8.3                | Frio          | 0.3     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| HUARAYA MOHO           | 8.1                | Frio          | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| TARACO                 | 7.0                | Frio          | 0.0     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| YUNGUYO                | 7.3                | Frio          | 0.5     | Deficiencia ligera  | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| PROGRESO               | 8.9                | Frio          | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |
| AYAVIRI                | 9.7                | Frio          | 0.1     | Deficiencia extrema | -       | -               | Terreno en descanso              | -       |

**Cuadro 3. Índices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos en la selva - agosto 2004**

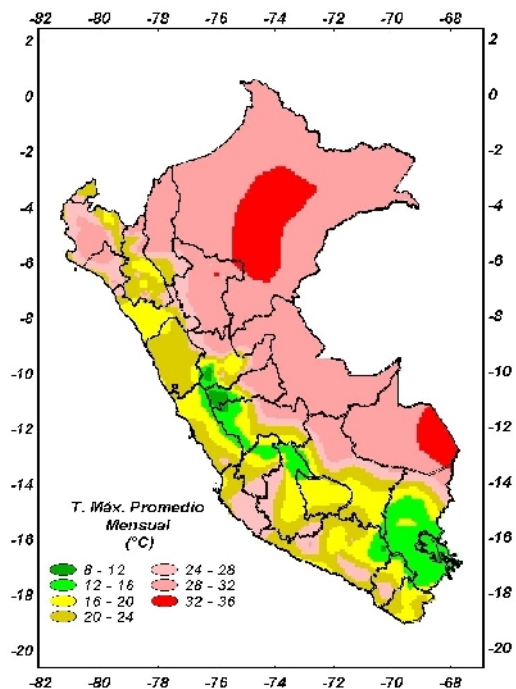
| ESTACION METEOROLOGICA | TEMPERATURA DIURNA |               | HUMEDAD |                     | CULTIVO        |                   | FASE FENOLOGICA             | ESTADO  |
|------------------------|--------------------|---------------|---------|---------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|---------|
|                        | (°C)               | CLASIFICACION | Ip      | CLASIFICACION       | NUMBRE         | VARIEDAD          |                             |         |
| <b>SELVA NORTE</b>     |                    |               |         |                     |                |                   |                             |         |
| BAGUA CHICA            | 27.7               | Cálido        | 0.0     | Deficiencia extrema | -              | -                 | Terreno en descanso         | -       |
| BAGUA CHICA            | 27.7               | Cálido        | 0.0     | Deficiencia extrema | -              | -                 | Terreno en descanso         | -       |
| JAEN                   | 27.8               | Cálido        | 0.0     | Deficiencia extrema | -              | -                 | Terreno en descanso         | -       |
| CHIRINOS               | 19.8               | Templado      | 0.1     | Deficiencia extrema | Café           | Catimor           | Maduración                  | Bueno   |
| SAN IGNACIO            | 27.6               | Cálido        | 0.1     | Deficiencia extrema | Café           | Caturra           | Boton floral 20%            | Regular |
| TAMISHAYACU            | 27.0               | Cálido        | 0.9     | Adecuado            | Cocotero       | Enano verde       | Foliación 100%              | Bueno   |
| TAMISHAYACU            | 27.0               | Cálido        | 0.9     | Adecuado            | Piña           | Jeverina          | Maduración 100%             | Bueno   |
| MAZAN                  | 27.8               | Cálido        | 1.6     | Exceso ligero       | Café de azucar | Azucar            | Reposo vegetativo           | Bueno   |
| GENARO HERRERA         | 27.6               | Cálido        | 0.7     | Deficiencia ligera  | Pijuayo        | Laya              | Crecimiento vegetativo 100% | Bueno   |
| SAN RAMON              | 27.6               | Cálido        | 0.1     | Deficiencia extrema | Pijuayo        | De la zona        | Inflorescencia 50%          | Regular |
| REQUENA                | 27.8               | Cálido        | 0.5     | Deficiencia ligera  | Pijuayo        | -                 | Fin de cosecha              | Bueno   |
| NAVARRO                | 28.1               | Cálido        | 0.4     | Deficiencia ligera  | -              | -                 | Terreno en descanso         | -       |
| EL PORVENIR            | 28.3               | Cálido        | 0.3     | Deficiencia extrema | -              | -                 | Terreno en descanso         | -       |
| BELLAVISTA             | 27.6               | Cálido        | 0.1     | Deficiencia extrema | Naranja        | Valencia          | Fructificación 100%         | Bueno   |
| BELLAVISTA             | 27.6               | Cálido        | 0.1     | Deficiencia extrema | Arroz          | Capirona          | Plántula 20%                | -       |
| BELLAVISTA             | 27.6               | Cálido        | 0.1     | Deficiencia extrema | Arroz          | Capirona          | Macollaje 90%               | Bueno   |
| TABALOSOS              | 26.7               | Cálido        | 0.1     | Deficiencia extrema | Naranja        | Regional          | Foliación                   | Bueno   |
| SAUCE                  | 24.4               | Moderado      | 0.3     | Deficiencia extrema | Platano        | -                 | Maduración 90%              | Bueno   |
| MOYOBAMBA              | 24.7               | Moderado      | 0.0     | Deficiencia extrema | Naranja        | Huando            | Foliación                   | Regular |
| RIOJA                  | 24.9               | Moderado      | 0.0     | Deficiencia extrema | Arroz          | Híbrido línea 102 | Elongación del tallo 50%    | Bueno   |
| LAMAS                  | 25.3               | Cálido        | 0.1     | Deficiencia extrema | Piña           | -                 | Crecimiento 100%            | Bueno   |
| NARANJILLO             | 24.5               | Moderado      | 0.0     | Deficiencia extrema | Café           | Caturra           | Inicio boton floral 80%     | Bueno   |
| NARANJILLO             | 24.5               | Moderado      | 0.0     | Deficiencia extrema | Arroz          | Capirona          | Plántula 100%               | Bueno   |
| <b>SELVA CENTRAL</b>   |                    |               |         |                     |                |                   |                             |         |
| PUERTO INCA            | 26.9               | Cálido        | 0.3     | Deficiencia extrema | Mango          | -                 | Floración 60%               | Bueno   |
| PUERTO INCA            | 26.9               | Cálido        | 0.3     | Deficiencia extrema | Palto          | -                 | Fructificación 30%          | Bueno   |
| PUERTO INCA            | 26.9               | Cálido        | 0.3     | Deficiencia extrema | Cacao          | -                 | Boton floral 20%            | Bueno   |
| LAS PALMERAS           | 26.8               | Cálido        | 0.4     | Deficiencia ligera  | Palma aceitera | -                 | Fructificación 60%          | Bueno   |
| AGUAYTIA               | 26.9               | Cálido        | 0.5     | Deficiencia ligera  | Papaya         | -                 | Maduración 20%              | Bueno   |
| AGUAYTIA               | 26.9               | Cálido        | 0.5     | Deficiencia ligera  | Naranja        | Huando            | Maduración 60%              | Bueno   |
| PICHANAKI              | 26.7               | Cálido        | 0.7     | Deficiencia ligera  | Naranja        | Valencia          | Maduración 75%              | Bueno   |
| PICHANAKI              | 26.7               | Cálido        | 0.7     | Deficiencia ligera  | Café           | Caturra           | Fructificación 60%          | Bueno   |
| EL MARONAL             | 26.8               | Cálido        | 0.1     | Deficiencia extrema | Palma aceitera | ASB               | Reposo vegetativo           | -       |
| POZUZO                 | 26.0               | Cálido        | 0.8     | Adecuado            | Yuca           | Amarilla          | Primeros brotes, 100%       | Bueno   |
| OXAPAMPA               | 18.4               | Templado      | 0.6     | Deficiencia ligera  | Palto          | Fuerte            | Fructificación 70%          | Bueno   |
| SATIPO                 | 25.2               | Cálido        | 0.5     | Deficiencia ligera  | Tangelo        | -                 | Foliación 25%               | Bueno   |
| <b>SELVA SUR</b>       |                    |               |         |                     |                |                   |                             |         |
| QUILLABAMBA            | 24.2               | Moderado      | 0.3     | Deficiencia extrema | Café           | Caturra           | Cosecha culminada           | Regular |
| P.T.O. MALDONADO       | 29.7               | Cálido        | 0.9     | Adecuado            | -              | -                 | Terreno en descanso         | -       |

**Ip= Índice de precipitación (relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial), caracteriza el déficit y/o exceso de humedad en el medio en un lugar y periodo de tiempo considerado. Para el caso particular de la costa, el valor de este índice agrometeorológico normalmente caracteriza un medio con humedad, por estar conducido la actividad agrícola bajo riego.**

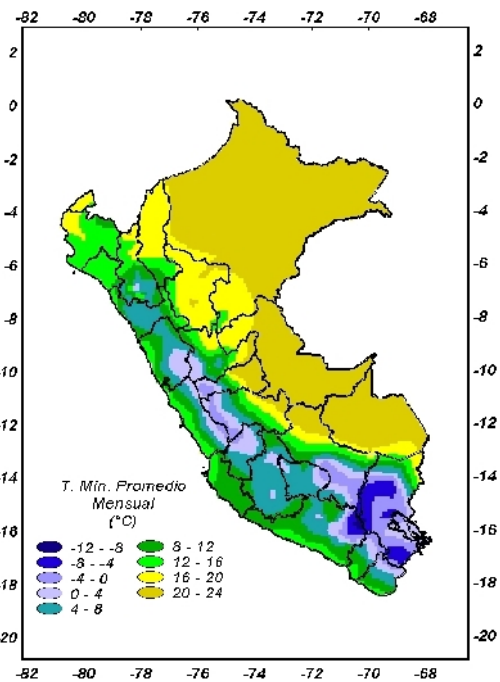
**Temperatura diurna, corresponde al valor medio de la temperatura en el periodo de 12 horas correspondiente, relacionado con la actividad fotosintética de la planta y el crecimiento vegetativo de las plantas. Se estima mediante fórmulas empíricas.**

**Temperatura nocturna, corresponde al valor medio de la temperatura en el periodo de 12 horas correspondiente a la noche, relacionado con procesos de traslocación de nutrientes, maduración y llenado de frutos. Se estima mediante fórmulas empíricas**

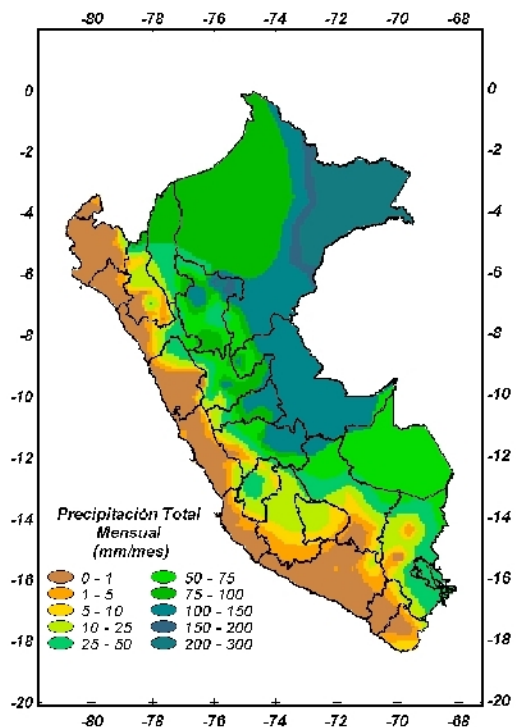
**Mapa 1. Comportamiento mensual de la temperatura máxima**



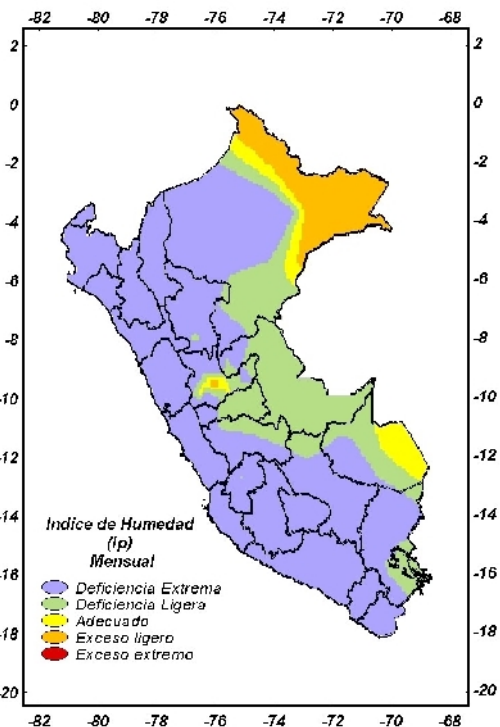
**Mapa 2. Comportamiento mensual de la temperatura mínima**



**Mapa 3. Comportamiento mensual de la precipitación**

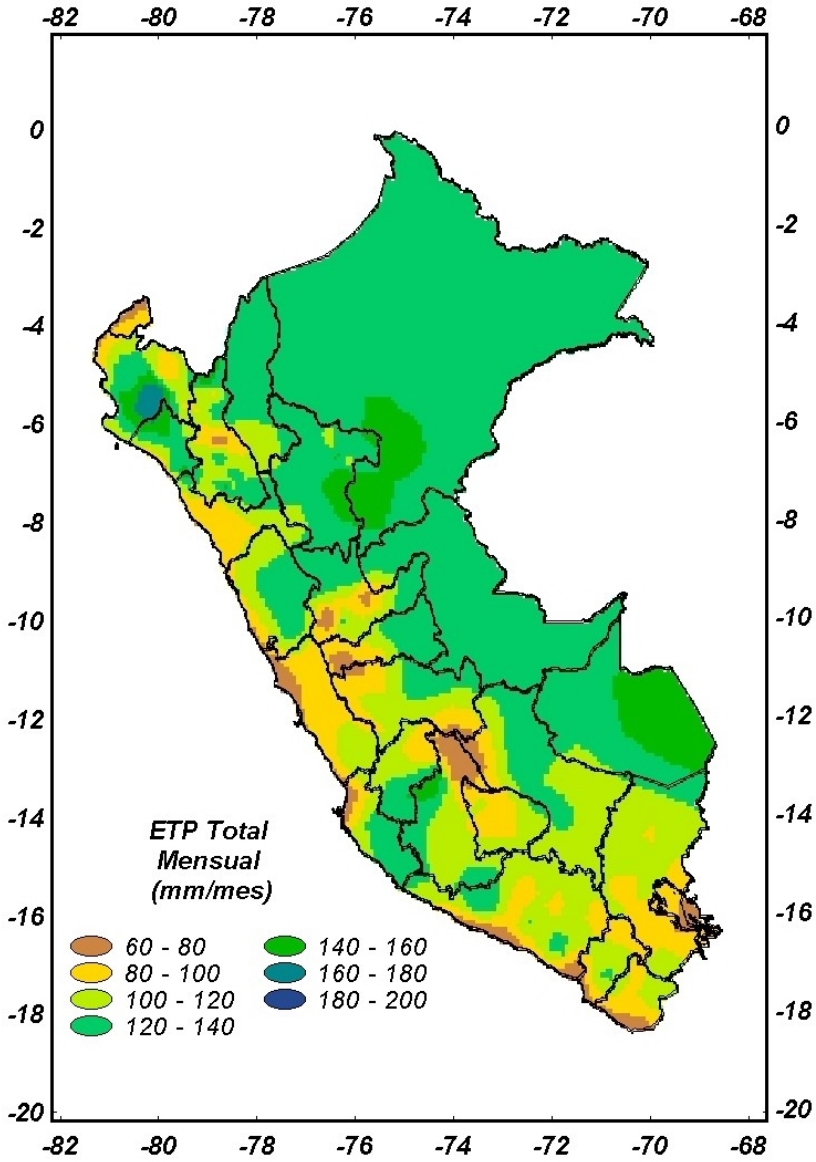


**Mapa 4. Comportamiento mensual del índice de humedad**





**Mapa 5. Comportamiento mensual de la Evapotranspiración Potencial**



## 2. TENDENCIA AGROMETEOROLOGICA

Basado en el pronóstico mensual de lluvia, se estimó para el mes de setiembre la deficiencia o exceso de humedad en los suelos para los cultivos instalados que se encuentran en sus diferentes fases fenológicas. Los resultados de estas estimaciones en forma específica se muestran en el **Cuadro 4** (indicadas por NRIEGO) y **Figura 1**. Según esto, se observa que las lluvias pronosticadas de intensidad normal para la sierra norte (Cajabamba y San Miguel) no satisfarán la necesidad hídrica del cultivo de papa en fase de floración, teniéndose que aplicar riego de 68 a 117 mm/mes. En la sierra sur (Andahuaylas), la lluvia proyectada cercana a sus valores normales, no satisfará la necesidad hídrica del cultivo de papa en fase de crecimiento vegetativo, teniéndose que suministrar riego de 68 mm/mes. En la selva norte (Naranjillo, Bellavista y Rioja) lluvias de intensidad normal no satisfarán tampoco los requerimientos hídricos de los cultivos de vid en fase de floración y cultivo de arroz en fase de macollaje y elongación del tallo, teniéndose que complementar riego de 12,6 mm/mes y 100 a 159 mm/mes, respectivamente. En la región de la costa, los cultivos que necesitaran mayor riego son: El cultivo de arroz en fase de Macollaje en la Cruz (107 mm/mes); el cultivo del algodón en fase de primeros botones florales en San Camilo (129 mm/mes); el cultivo de caña de azúcar en fase de macollaje en Pampa Blanca (74 mm/mes); y el cultivo de olivo en fase de hinchazón de botón floral en la Yarada (36 mm/mes).

**Tabla 4- Valores esperados de las necesidades de agua, precipitación efectiva y suministro de agua para la primera década setiembre 2004**

| ESTACION METEOROLOGICA | CULTIVO FASE FENOLOGICA   | NH (mm/mes) | PEFC. (mm/mes) | NRIEGO (mm/mes) |
|------------------------|---------------------------|-------------|----------------|-----------------|
| <b>BAJO RIEGO:</b>     |                           |             |                |                 |
| <b>Maiz</b>            |                           |             |                |                 |
| Huarmey                | Aparición de hojas        | 71.9        | 0.0            | -71.9           |
| Pacarán                | Aparición de hojas        | 81.2        | 0.0            | -81.2           |
| Huanuco                | Aparición de hojas        | 85.4        | 11.1           | -74.3           |
| <b>Papa</b>            |                           |             |                |                 |
| Copara                 | Maduración                | 81.0        | 0.0            | -81.0           |
| Aplao                  | Maduración                | 73.2        | 0.0            | -73.2           |
| Pampa Majes            | Emergencia                | 78.4        | 0.0            | -78.4           |
| Cajabamba              | Floración                 | 150.0       | 32.6           | -117.4          |
| San Miguel (Cajamarca) | Floración                 | 127.2       | 25.8           | -101.4          |
| Andahuaylas            | Crecimiento vegetativo    | 90.9        | 22.6           | -68.3           |
| <b>Arroz</b>           |                           |             |                |                 |
| La Cruz                | Macollaje                 | 107.3       | 0.0            | -107.3          |
| Naranjillo             | Macollaje                 | 193.1       | 75.3           | -117.8          |
| Bellavista             | Macollaje                 | 212.4       | 53.4           | -159.0          |
| Rioja                  | Elongación del tallo      | 193.7       | 93.7           | -100.0          |
| <b>Algodón</b>         |                           |             |                |                 |
| San Camilo             | Primeros botones florales | 129.2       | 0.0            | -129.2          |
| Pacarán                | Primeras hojas verdaderas | 81.2        | 0.0            | -81.2           |
| <b>Caña de azúcar</b>  |                           |             |                |                 |
| Pampa Blanca           | Macollaje                 | 74.0        | 0.0            | -74.0           |
| <b>Vid</b>             |                           |             |                |                 |
| Calana                 | Floración                 | 60.9        | 0.0            | -60.9           |
| Caraveli               | Reposo                    | 0.0         | 0.0            | 0.0             |
| Lamas                  | Floración                 | 101.1       | 88.5           | -12.6           |
| Moquegua               | Fructificación            | 74.4        | 0.0            | -74.4           |
| Pacarán                | Inflorescencia            | 69.6        | 0.0            | -69.6           |
| <b>Olivo</b>           |                           |             |                |                 |
| Ilo                    | Despertar vegetativo      | 29.6        | 0.0            | -29.6           |
| La Yarada              | Hinchazón de botón floral | 36.0        | 0.0            | -36.0           |

NRIEGO = Necesidad de riego por cultivo en milímetros por mes

(+) exceso de lluvia

(-) el cultivo se encuentra con deficiencia de lluvia o con necesidad de riego

Ip = Índice de humedad

NH = Necesidad de agua de los cultivos

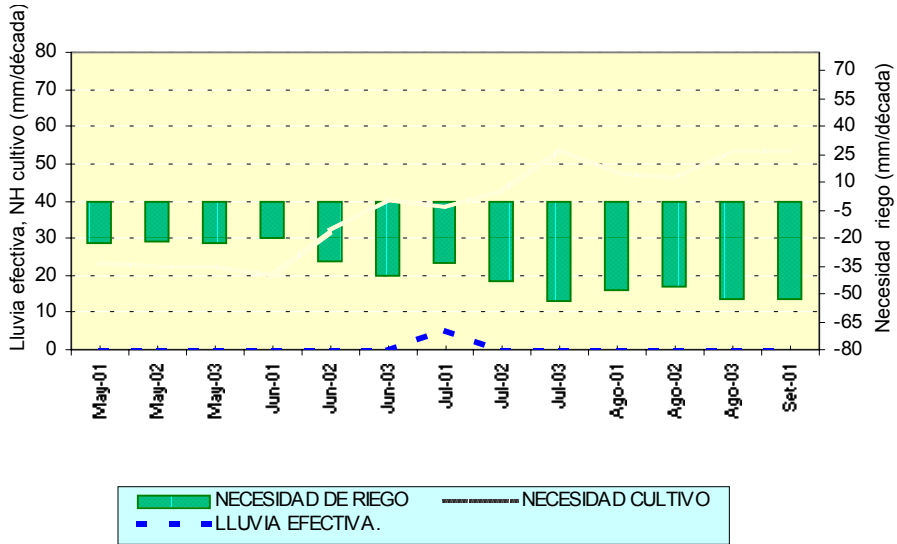
PEFC = Precipitación efectiva

NRIEGO = Suministro de riego

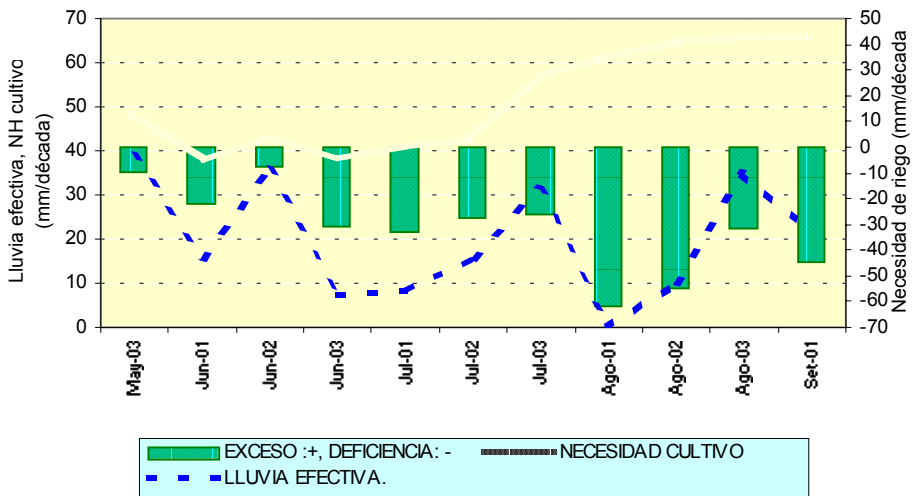
**Figura 1. Valores esperados de las necesidades de agua del cultivo de papa y arroz y su necesidad de riego (primera década setiembre 2004).**

## MODELO DE TENDENCIA AGROMETEOROLÓGICA

**COSTA: CULTIVO PAPA VAR. CANCHÁN**  
**CONDICIONES: BAJO RIEGO**  
**EST. COPARA - ICA**



**SELVA: CULTIVO ARROZ VAR. CAPIRONA**  
**CONDICIONES: BAJO RIEGO**  
**EST. NARANJILLO - SAN MARTIN**



## IV. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES: EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LA CIUDAD DE LIMA-CALLAO AGOSTO 2004

### Introducción

Durante el mes de agosto, el SENAMHI a través de la Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales, ha iniciado actividades de monitoreo de Ozono Troposférico en el valle de Ica durante un mes, a partir del día 11 del presente, con el objetivo de recopilar información que permita determinar los impactos de este contaminante en la calidad del aire para la salud y en la baja de los rendimientos de los cultivos agrícolas. De otro lado, el día 13 se participó en las celebraciones del "Día Interamericano de la Calidad del Aire", organizado por el CONAM; como parte de la celebración se informó sobre la normatividad vigente que eliminará el Plomo de la gasolina desde enero del 2004. Así también, la empresa consultora PA. Consulting, en estrecha coordinación con el SENAMHI, continúa en pleno proceso de evaluación de las capacidades y fortalezas institucionales tras habersele proporcionado toda la información al respecto de los integrantes del Grupo de Trabajo "Implementación de la red de monitoreo y sistema de pronóstico de calidad del aire en Lima-Callao"

Respecto a la recopilación de antecedentes sobre la reducción de la visibilidad por el material particulado, se presenta a continuación, información en lo concerniente a sus formas de medición y/o determinación desde la perspectiva visual hasta a través del uso de aparatos más sofisticados.

Así, se sabe que la capacidad para poder apreciar un objeto está limitada en la atmósfera libre (sin contaminar) por la dispersión de la luz de parte de moléculas que componen la atmósfera. Estas moléculas son primariamente el Nitrógeno y el Oxígeno, conjuntamente con algunos gases traza tales como el Argón y el Hidrógeno, aerosoles como gotas de agua, polvo arrastrado por el viento y aerosoles secundarios que son resultado de reacciones atmosféricas de emisiones de gases precursores.

Es por todos conocido que la contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales más severos que afecta la calidad de vida de las poblaciones y por ello está siendo objeto de innumerables estudios. Uno de los aspectos de sumo interés que ha sido observado es el concerniente a la reducción de la visibilidad. De hecho, el incremento en la cantidad de partículas finas y gases en la atmósfera está asociado con reducciones en la capacidad del ojo humano para ver a través de la atmósfera o identificar un objeto a distancia (Health Canadá, 2004- On Line).

De acuerdo a Guardioli et al. (1968), la transparencia del aire atmosférico cambia de un lugar a otro y de un momento a otro en un mismo lugar entre límites bastante amplios; así hay días en los cuales se destacan detalladamente objetos muy lejanos y otros días en los que no pueden verse sino confusamente aún objetos relativamente próximos. El grado de transparencia de la atmósfera es una característica física de la masa de aire relacionada con su origen y su evolución.

Al medir la visibilidad se consideran sus grados extremos como son la visibilidad nula, producida cuando se presenta niebla bastante densa y la visibilidad máxima que corresponde a la transparencia absoluta en la que todos los objetos serían visibles a cualquier distancia pero conservando la perspectiva geométrica; es decir cuando aún pueden verse objetos de tamaño real (Guardiola, et al., 1968). Por ello, la visibilidad puede considerarse como el promedio de las distancias máximas a que puede identificarse un objeto, tomando las distancias en todos los sentidos. Durante la noche, se mide por la distancia a que pueden verse las luces de una determinada potencia (Longley, 1970).

Asimismo, es necesario considerar el umbral de sensibilidad del ojo. Se sabe que el ojo humano distingue bien los objetos cuyo tamaño aparente es de 1 a 2 minutos de arco, es decir más o menos equivalente a 1 disco de 1 cm de diámetro colocado a la distancia de unos 15 metros o a 1 disco de 1 metro colocado a 1 ½ km. Así por ejemplo, en el **Tabla 1**, se observan límites de visibilidad para el tamaño máximo de los objetos.

**Tabla 1. Límites de visibilidad de algunos objetos de referencia**

| DISTANCIA | TAMAÑO DEL OBJETO | EJEMPLO  |
|-----------|-------------------|----------|
| 50 m      | 5 cm              | Flor     |
| 200 m     | 20 cm             | Ladrillo |
| 500 m     | 50 cm             | Cordero  |
| 1 000 m   | 1 m               | Mata     |
| 2 000 m   | 2 m               | Puerta   |
| 4 000 m   | 4 m               | Casita   |
| 10 km     | 10 m              | Casa     |
| 20 km     | 20 m              | Iglesia  |
| 50 km     | 50 m              | Colina   |

Fuente: Manual del Observador de Meteorología. Jansa Guardioli. 1960



De acuerdo a Guardiola et al. (1968), las causas por las cuales se puede hablar de "oscuridad atmosférica", es decir aquellas que disminuyen o hacen nula la visibilidad se enumeran a continuación junto con sus principales componentes (ver **Tabla 2**):

**Tabla 2. Factores que disminuyen la visibilidad horizontal**

| Factores que la visibilidad | Componentes principales |                     |                   |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
|                             | Gotas de Agua           | Partículas de hielo | Impurezas sólidas |
| Niebla o Neblina            | X                       |                     |                   |
| Nubosidad y precipitación   | X                       | X                   |                   |
| Bruma proveniente del mar   | X                       |                     |                   |
| Humo                        |                         |                     | X                 |
| Polvo y arena               |                         |                     | X                 |

Fuente: Handbook of Aviation Meteorology (1960)

Longley (1970) menciona que la principal causa de la disminución de la visibilidad es el agua condensada en forma de niebla, la cual dependiendo de su espesor puede disminuirla o hacerla tan pobre tal que no se puedan distinguir los objetos situados a 100 m de distancia. Con respecto a la lluvia y la llovizna la disminución de la visibilidad es menor dependiendo para la segunda principalmente de la proximidad de la nube. De otro lado, la nieve y las tormentas de nieve y el humo también reducen la visibilidad. Con respecto al humo, cuando el aire se encuentra húmedo, algunos productos de la combustión se comportan como núcleos de condensación, de ahí que la niebla resultante se mezcle con éste formando la niebla de humo o smog muy perjudicial; así cuando el aire caliente se eleva por encima de la niebla de humo, éste queda atrapado debajo trayendo consigo la disminución de la visibilidad hasta que un cambio en la dirección del viento se lleva el aire contaminado. Asimismo, partículas sólidas derivadas del polvo, sal, humo, entre otras pueden servir de núcleo de condensación en condiciones de mucha humedad formando bruma sobre la superficie de la tierra.

En el Boletín del mes anterior, en el acápite correspondiente a este tema, se señaló que el deterioro de la visibilidad responde a la interacción de la luz con partículas en la atmósfera, mientras que los contaminantes gaseosos desempeñan respecto a éste un rol menor. Se sabe que la interacción de las partículas con la luz se da a través de dos (2) importantes mecanismos: Absorción de luz y dispersión en una dirección diferente de la original.

El coeficiente de extinción es una medida importante de la transparencia atmosférica y es la más directamente relacionada a la composición de la atmósfera (Air Quality Laboratory - Visibility Group - On Line) y es definida como la fracción de luz atenuada por unidad de recorrido a través de la atmósfera (Mm-1). De acuerdo a Malm (1999) es equivalente a:

$$Bext = bscat + babs$$

Donde:

**bscat**, es la medida de la habilidad de las partículas para dispersar fotones de luz.

**babs**, es la medida de la habilidad de las partículas para absorber fotones de luz.

y también es equivalente a :

$$Bext = bray + bsp + bag + bap$$

(Air Quality Laboratory - Visibility Group), donde:

**bray**, es la dispersión de la luz por molécula de gas y es casi íntegramente atribuible a moléculas de N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en el aire y con frecuencia referido a la dispersión ocasionada de forma natural por el cielo.

**bsp**, es la dispersión de la luz por partículas y es dominada por partículas finas que en el rango de 0,1 a 1  $\mu$ m tienen la mayor eficiencia.

**bag**, es la absorción de la luz por los gases. El NO<sub>2</sub> es la especie gaseosa que absorbe significativamente la luz.

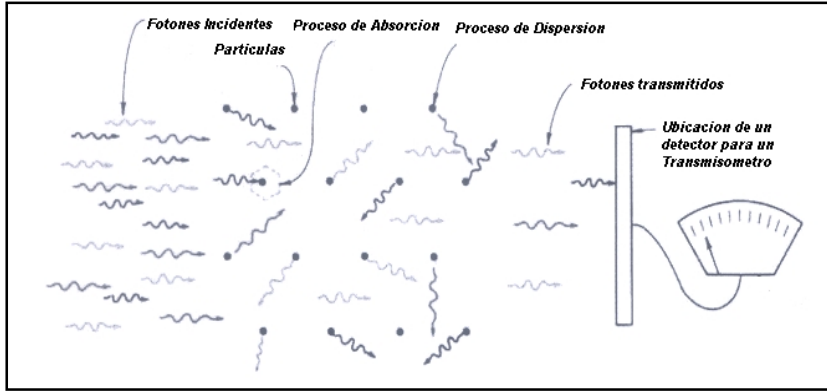
**bap**, es la absorción de la luz por partículas.

La visibilidad o transparencia atmosférica, se expresa en metros. Así, se empieza por indicar el alcance visual en metros, más una dirección específica de la rosa de los vientos. También se pueden notificar diferentes visibilidades alrededor del área de observación.

Los métodos para el monitoreo de la visibilidad pueden ser subdivididos en tres clases: Monitoreo óptico, monitoreo de aerosoles y monitoreo visual.

a). Monitoreo Óptico. Malm (1999) menciona que la suma de la dispersión y absorción está referido al grado de extinción o atenuación. El instrumento que mide dicha extinción es conocido como Transmisómetro. En la **Figura 1** puede observarse un rayo de luz compuesto de fotones que inciden sobre una concentración de partículas y gases. Conociendo el número de fotones que pasan a través de dicha concentración, es posible calcular el número de fotones absorbidos y dispersados. Así, se emplea como fuente de luz una lámpara incandescente y el receptor es un telescopio ajustado a un detector a una determinada distancia. Este sistema constituye el Transmisómetro.

**Figura 1- Diseño de un Transmisómetro**

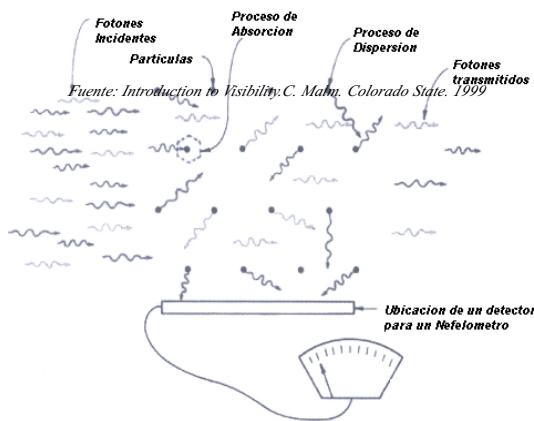


Fuente: Introduction to Visibility.C. Malm. Colorado State. 1999

Una similar configuración de fuente-detector de la luz puede ser usado para medir la habilidad de dispersión de las partículas y gases. Si el detector es colocado en paralelo a los fotones incidentes, sólo aquellos fotones que son dispersados serán detectados. El instrumento es llamado Nefelómetro (ver **Figura 2**), y si mide la dispersión en todas las direcciones se llama Nefelómetro Integrado. Tanto los Nefelómetros como los Transmisómetros se usan conjuntamente.

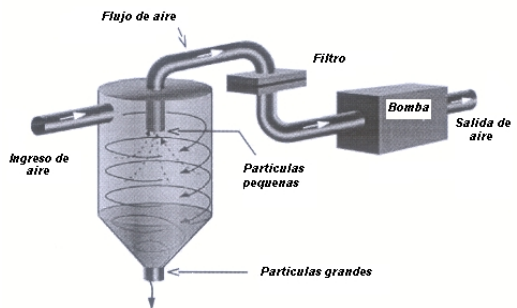
b). Monitoreo de aerosoles. Estas mediciones de partículas son generalmente hechas conjuntamente con instrumentos ópticos para ayudarse a inferir la causa del deterioro de la visibilidad y la estimación de la fuente de reducción de visibilidad por aerosoles. El tamaño y composición de las partículas son las dos dimensiones más caracterizadas en los programas de monitoreo de la visibilidad (Air Quality Laboratory - Visibility Group - On Line). De acuerdo a Malm (1999), las partículas con tamaños entre 0,1 a 1,0  $\mu$  son las más efectivas en la reducción de la visibilidad y conocer su composición (sean sulfatos, nitratos, material orgánico, carbón elemental y suelo) permite determinar las características químico-ópticas y su habilidad para absorber agua. Así, un monitor de partículas tipo ciclón mostrado en la **Figura 3** permite separar todas aquellas partículas menores a 2,5  $\mu$  que ingresan en una muestra de aire y colectarlas sobre un sustrato para su posterior análisis; las partículas más pesadas son precipitadas del muestreador.

**Figura 2- Diseño de un Nefelómetro**



Fuente: Introduction to Visibility.C. Malm. Colorado State. 1999

**Figura 3. Monitor de Aerosoles- Tipo Ciclón**



c). Monitoreo Visual. El monitoreo visual relaciona los efectos que tienen las partículas sobre la apariencia de la atmósfera horizontal y es la forma más simple y directa de determinar el deterioro de la visibilidad (Air Quality Laboratory - Visibility Group - On Line). Malm (1999) menciona que la fotografía permite relacionar los efectos que las partículas tienen sobre la apariencia de las características horizontales y es una forma directa para determinar el deterioro de la visibilidad. Esta metodología se combina con los índices de visibilidad existentes.

Por lo tanto, un programa sistemático de fotografía consigue la apariencia de una escena específica bajo una variedad de condiciones de luz y de concentración de aerosoles. Dicha cámara consiste de un lente que captura la imagen sobre la película y una ventana que controla la cantidad de luz que ingresa a la cámara.

En realidad la conjunción de la información extraída por la cámara y las mediciones visuales es necesaria para lograr una adecuada determinación de la visibilidad. Ver **Figura 4.**

En la práctica para medir la visibilidad se recurre a puntos naturales de referencia siempre y cuando éstos sean de dimensiones y distancias conocidas por el observador. Para ello se deberá tener en cuenta puntos de referencia dando la vuelta completa al horizonte y para cada rumbo a todas las distancias (Guardiola, et al., 1968). Puede trabajarse con una fotografía aérea y hacer los trazos respectivos sobre el área de trabajo. En todo caso, para fines más simples, puede optarse por hacer uso de las herramientas SIG y obtener de esta manera distancias conocidas en base a la determinación de las coordenadas geográficas de los puntos que se elijan como de referencia.

**Figura 4. Sistema Fotográfico**



*Fuente: Introduction to Visibility, C. Malm, Colorado State, 1999*

## 1. CUENCA ATMOSFERICA LIMA-CALLAO

La cuenca atmosférica es una región geográfica, delimitada por los obstáculos topográficos de origen natural (líneas costeras, formaciones montañosas etc.), divisiones políticas y uso de la tierra, de tal manera que dentro de ésta se modifica la circulación general de la atmósfera sobre la superficie (capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de un campo de vientos locales, diferentes del flujo de la atmósfera libre. Este campo de vientos es el responsable de los procesos de transporte y dispersión de los contaminantes del aire dentro de la cuenca.

Dentro de la implementación del Plan Nacional "A Limpiar el Aire", el SENAMHI a través de su Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales (DGIA), en cumplimiento a lo establecido en el D.S. 074-2001-PCM sobre el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, lideró y concluyó los trabajos de delimitación de la Cuenca Atmosférica para cada una de las 13 Zonas de Atención Prioritaria a nivel nacional reconocidas por el Decreto dentro del marco de elaboración del Diagnóstico de Línea Base, el cual contempla el monitoreo de la calidad del aire, inventario de emisiones y Estudios Epidemiológicos.

La delimitación de la Cuenca Atmosférica de la Z.M. de Lima-Callao se ha realizado en base al comportamiento de los flujos de viento locales y a las configuraciones topográficas, teniendo como límites la curva de nivel de 800 msnm. y en la cuenca del Rímac la de 1000 msnm. considerando el criterio de crecimiento poblacional hasta esa altitud.

En la Zona Metropolitana de Lima-Callao se ha identificado tres cuencas hidrográficas con sus respectivas microcuencas atmosféricas (ver **Figura 5**) que son las siguientes:

### CUENCA DEL RÍO CHILLON

La Cuenca del río Chillón abarca los distritos de Ancón, Santa Rosa, Ventanilla, Puente Piedra, Carabaylo, Comas, zona norte-centro de San Martín de Porres, Los Olivos, Independencia y norte del distrito del Callao. Dentro de la cuenca, se configuran las siguientes microcuencas atmosféricas:

M. De Ancón: Distrito de Ancón  
 M. De Carabaylo: Distrito de Carabaylo  
 M. De Collique: Distrito de Comas

### CUENCA DEL RIO RIMAC

La Cuenca del río Rímac se extiende a los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho, zona centro-sur del Callao, Carmen de la Legua Reynoso, Bellavista, La Punta, Cercado de Lima, Rímac, San Juan de Lurigancho, Lurigancho, Ate Vitarte, El Agustino, Santa Anita, Breña, Pueblo Libre, Jesús María, La Victoria, San Luis, Lince, La perla, San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, San Borja, La Molina, Miraflores, Surquillo, Santiago de Surco, Barranco, Chorrillos, San Juan de Miraflores y zona noroeste del distrito de Villa María del Triunfo. Las microcuencas atmosféricas que han sido determinadas son:

M. de San Juan de Lurigancho: Distrito de San Juan de Lurigancho.  
 M. De Huaycoloro: Distrito de Lurigancho  
 M. De Huaycán: Distrito de Ate Vitarte  
 M. de La Molina: Distrito de La Molina

### CUENCA DEL RIO LURIN

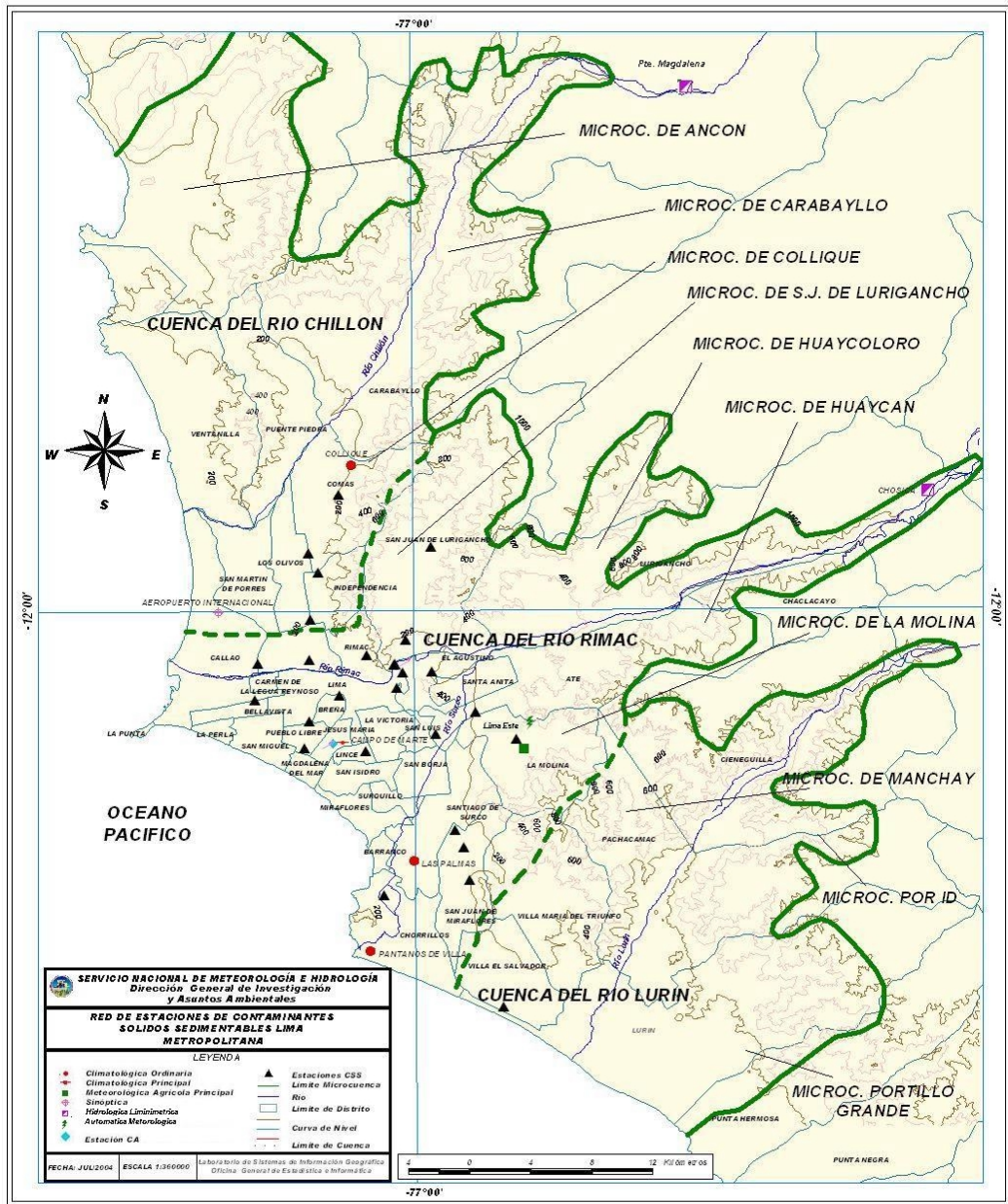
La Cuenca del Río Lurín abarca los distritos de Cieneguilla, Pachacamac, V. María del Triunfo, Villa El Salvador, Lurín, noroeste de Punta Hermosa, considerando las microcuencas de:

M. de Manchay: Distrito de Pachacamac  
 M. de Portillo Grande: Distrito de Lurín  
 M. por I.D.: Distrito de Pachacamac

Con respecto al monitoreo de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS), el presente Boletín muestra los resultados obtenidos para el mes de agosto 2004.



Figura 5. Red de estaciones meteorológicas y de contaminantes sólidos sedimentables en la Zona Metropolitana de Lima-Callao



## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Contaminantes Sólidos Sedimentables

Para la presente evaluación se ha utilizado información de la red de monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) compuesta inicialmente por 27 micro estaciones distribuidas en la Zona Metropolitana de Lima-Callao (**Figura 5**), para lo cual se ha desarrollado el método de muestreo pasivo que se describe a continuación:

**Fase preliminar de gabinete:** Se codifica y prepara todo el material que se lleva a campo para reemplazar las placas receptoras o de acumulación.

**Fase de campo:** Mensualmente en cada una de las estaciones se reemplazan las placas receptoras impregnadas de contaminantes y se llevan al laboratorio para las evaluaciones respectivas.

**Fase de laboratorio:** Por el método gravimétrico se determinan las concentraciones correspondientes a cada una de las estaciones de observación.

**Fase de gabinete:** Involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información, salida de reportes preliminares, cuadros, mapas, gráficos y la elaboración del Boletín Mensual.

### 2.2 Contaminantes Gaseosos

La evaluación mensual de los gases contaminantes del aire (CO, SO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>) en la Estación de Calidad de Aire ubicada en la Sede Central (**Figura 5**) se realiza de acuerdo a la siguiente metodología :

**Fase de campo:** Calibración según método aprobado por EPA, Operación continua de analizadores automáticos de Ozono troposférico modelo API 400A, Monóxido de Carbono API 300, Dióxido de Azufre API 100A y estación meteorológica automática Davis por el período de observación establecido. Descarga de la información in situ (downloading) mediante cable RS-232 y software API COM para analizadores y software Energy para estación meteorológica automática. Cambio de filtros cada 15 días en promedio. Inspección de fugas en la línea de ingreso de muestra.

**Fase de gabinete:** Involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información, salida de reportes preliminares, cuadros, mapas, gráficos y la elaboración del Boletín Mensual.

## 3. RESULTADOS DEL MONITOREO AMBIENTAL

### 3.1 Distribución espacial de contaminantes sólidos sedimentables - agosto 2004 en la Zona Metropolitana de Lima- Callao.

En la **Figura 5** se presenta la red de contaminantes sólidos sedimentables (CSS). Durante el mes de agosto, se recopiló información de campo de 21 estaciones de muestreo, de las cuales el 62% (13 estaciones) excedieron el límite referencial permisible recomendado por la OMS (5 t/km<sup>2</sup>/mes).

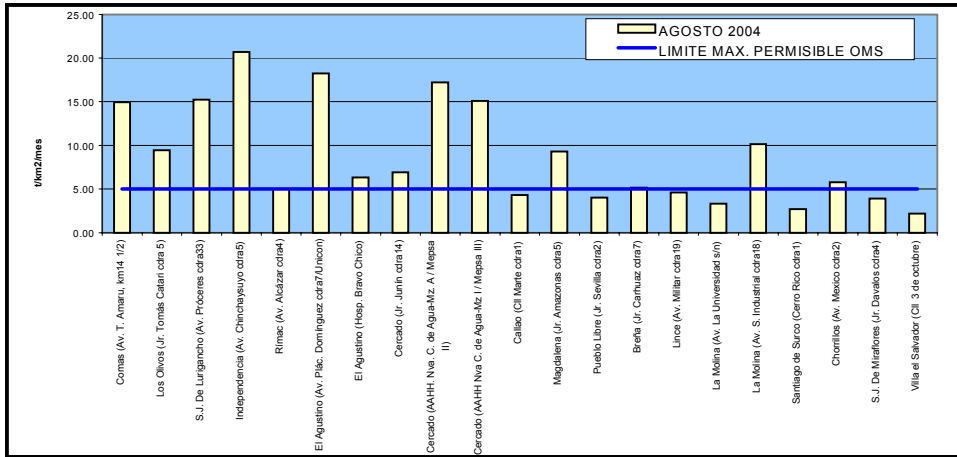
En la **Figura 7** se observa el comportamiento espacial de la concentración de CSS presentado en la figura 6. Son tres los centros importantes de alta concentración de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) que se pueden identificar y que se han configurado como resultado de la generación in situ así como de los procesos de transporte por el viento desde otras zonas de la capital; son los siguientes: Hacia el cono norte (Cuenca del río Chillón) se observa el primero de ellos extendiéndose a lo largo de los distritos de Carabayllo, Comas, Los Olivos e Independencia, con núcleo en éste último con 20,7 t/km<sup>2</sup>/mes, valor más alto del mes, explicado en el importante movimiento vehicular y en el desarrollo de una actividad comercial tanto formal como informal a lo largo de la Av. Túpac Amaru, a lo que se suma la influencia del campo de vientos locales que van contribuyendo a su acumulación (**Figuras 10 y 11**). El segundo centro importante de contaminación abarca el cono centro-este (Cuenca del río Rímac) y comprende los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho, Chaclacayo, Ate-Vitarte, Santa Anita, el Cercado de Lima

(zona este) y el Agustino con núcleo en éste último con un valor de 18,3 t/km<sup>2</sup>/mes, explicado en las propias condiciones de informalidad de la actividad industrial, comercial y alta densidad vehicular de la zona. Mientras que el tercer centro ubicado en el cono sur, se situó cerca al límite de los distritos de Villa María del Triunfo y Villa el Salvador con valores comprendidos entre los 15 a 25 t/km<sup>2</sup>/mes, por similares causas locales y la influencia de los vientos locales ya descrita.

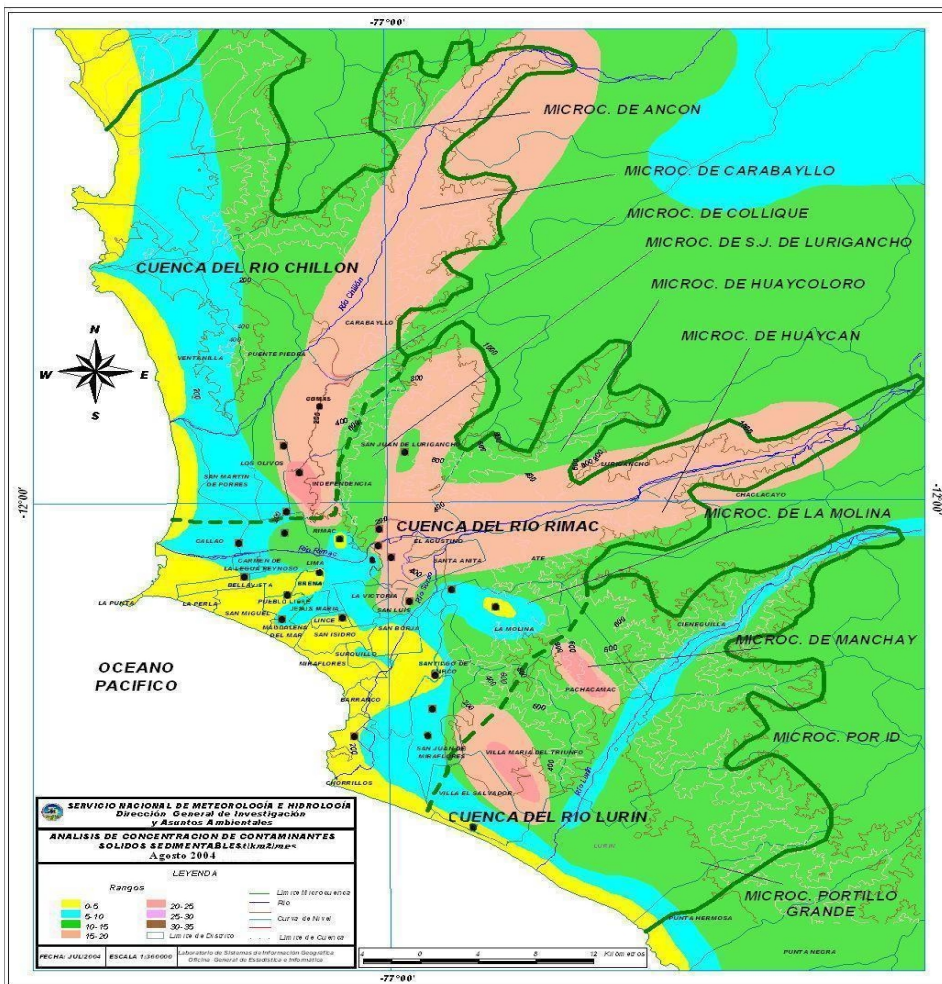
A lo descrito líneas arriba, se suma el bajo índice de área verde/habitante principalmente en los conos, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda de 8 a 9 m<sup>2</sup>/habitante. De acuerdo a informaciones procedentes de organizaciones ambientales especialistas en el tema, se dice que es probable que la ciudad de Lima haya perdido más de un tercio de sus áreas verdes a la fecha. El menor porcentaje de áreas verdes se localiza principalmente en los conos y en áreas industriales mientras que las zonas de carácter mayormente residencial o algunas zonas del centro de la ciudad tienen índices de áreas verdes cercanos o ligeramente mayores a lo establecido por la OMS.

El sector que comprende la estrecha franja costera y parte de aquellos distritos residenciales como San Isidro, San Borja, Miraflores, parte de Santiago de Surco y Barranco, debido a su alto índice de área verde por habitante, la presencia de los vientos que circulan paralelos a la costa y las brisas marinas que fluyen hacia el este, limitan la generación de material particulado y favorecen la dispersión por lo que no exceden el valor referencial establecido por la OMS.

**Figura 6. Totales mensuales de contaminantes sólidos sedimentables registrados durante agosto 2004 en Lima-Callao**



**Figura 7. Distribución espacial de la concentración de sólidos sedimentables en Lima Metropolitana durante el mes de agosto 2004**



**3.2 Condiciones Meteorológicas durante agosto 2004**

Para el presente mes, el análisis de las condiciones meteorológicas horarias y diarias para la Zona Metropolitana de Lima-Callao se ha basado en la información de 6 estaciones meteorológicas, convencionales y automáticas, ordenadas de norte a sur que se mencionan a continuación: Estación climatológica Collique (Comas), Estación sinóptica y radiosondaje del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (Callao), estación climatológica Campo de Marte (Jesús María), estación meteorológica automática Lima Este (La Molina), estación climatológica Las Palmas (Santiago de Surco) y estación climatológica Pantanos de Villa (Chorrillos). Estas estaciones forman parte de la red meteorológica presentada en la **Figura 5**.

**Análisis de Temperatura y Humedad Relativa Extremas**

Del análisis puntual de variación temporal diaria de la temperatura (°C) y humedad relativa (%) extremas se observa lo siguiente: Los valores de la temperatura máxima fluctuaron de 14°C (la Molina) a 22°C (Comas) y la mínima de 12°C (La Molina) a 16°C en el Callao; con respecto a las humedades relativas, la máxima fluctuó entre 84% (Comas) a 100% (Callao, La

Molina y Surco), mientras que la mínima osciló entre 64% (Callao) a 95% en Chorrillos (ver **Figuras 8 y 9**). Durante el mes, los días se presentaron nublados parciales a despejados con brillo solar hacia el mediodía y con ligeras precipitaciones en horas de la noche principalmente durante la segunda quincena.

Con respecto al análisis horario de la información, los valores mínimos de la temperatura del aire se registraron de manera predominante entre las 5:00 y 6:00 am mientras que las máximas se presentaron alrededor de las 13:00 hrs. Con respecto a las humedades relativas, la máxima se registró en forma muy variable pero predominantemente en los rangos de 4:00 a 6:00 am; similar comportamiento se presentó en las mínimas con registros entre las 12:00 y 15:00 pm.

El análisis de las temperaturas mínimas de 6 estaciones meteorológicas, permitió establecer que el día más frío del mes en la Zona Metropolitana de Lima-Callao correspondió al 17 de agosto con un valor promedio de 13,5°C. Asimismo, de los 31 días del mes la humedad relativa promedio indicó que en 6 de ellos (9,19,21,23,24 y 26), a diferencia del mes anterior en que el número de días fue mayor, la atmósfera de Lima-Callao estuvo saturada de humedad, con valores iguales o mayores a 98%, con presencia de garúas ligeras en toda la capital principalmente desde la segunda quincena.

**Figura 08. Variación horaria de la temperatura y humedad relativa en el Callao y La Molina - agosto 2004**

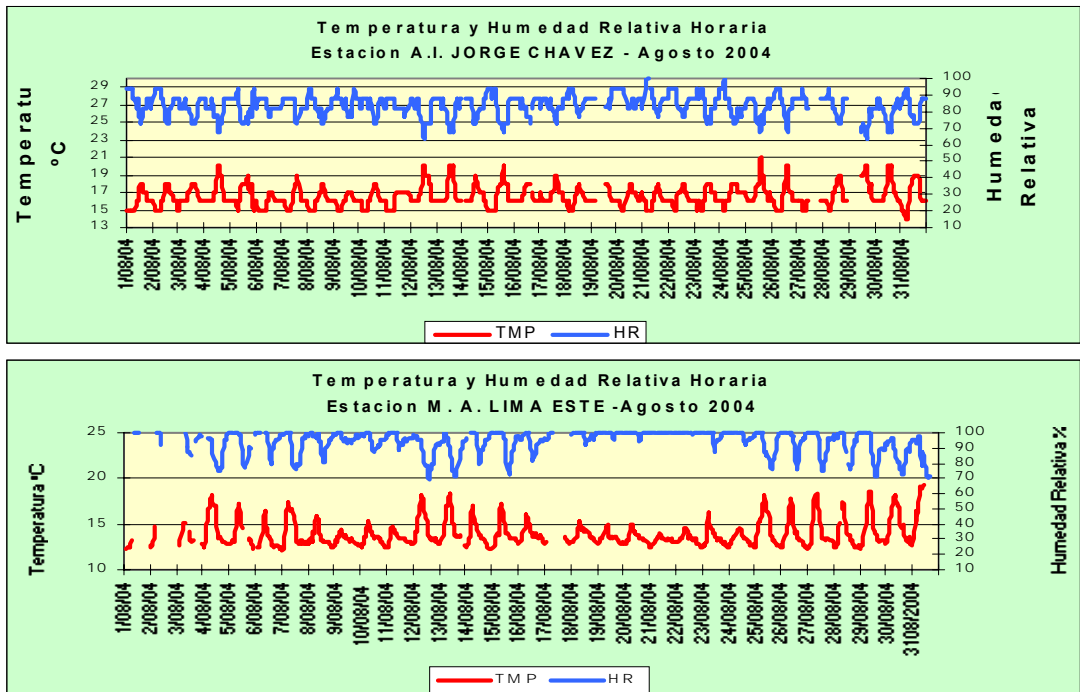
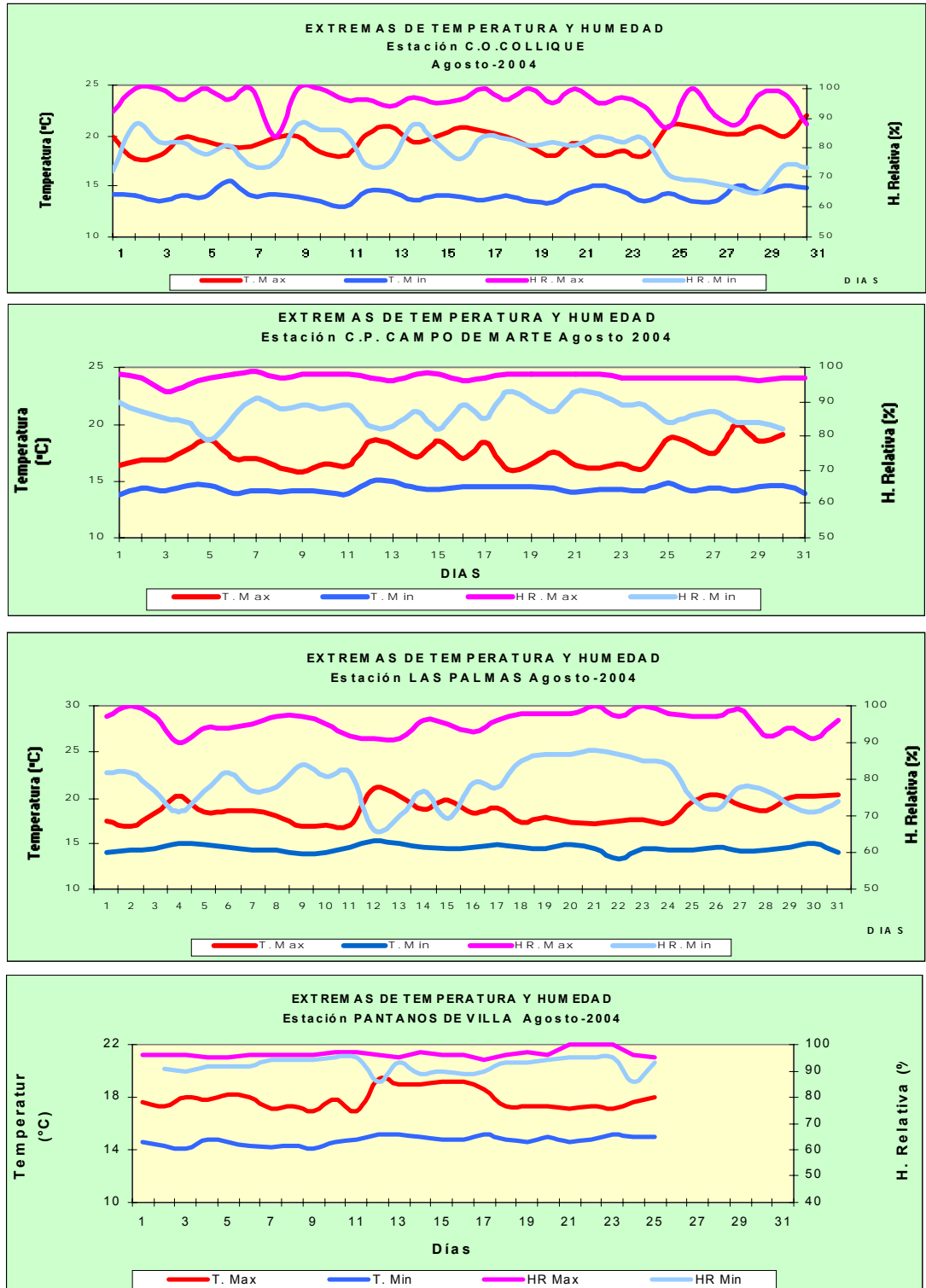


Figura 9. Variación diaria de la temperatura y humedad relativa en Comas, Jesús María, Santiago de Surco y Chorrillos



**Análisis del viento superficial en la Zona Metropolitana de Lima-Callao durante el mes de agosto del 2004.**

El análisis de la información horaria de viento superficial (velocidad, dirección y frecuencia) correspondiente al mes en estudio presentado en las **Figuras 10 y 11** para el día (07:00 - 18:00) y la noche (19:00 - 06:00) es el siguiente:

Durante el día (7:00 a 18:00 horas), los vientos se presentaron débiles (<2,2m/s) hacia el norte (Comas), centro (Jesús María) y sur de la ciudad (Surco) con direcciones provenientes del SW y SSW (20 y 11%) con registros de calmas de 53%, SW y W (60 y 10%) con registros de calmas de 27% y del S (7%) con predominancia de calmas de 80%, respectivamente. Intensidades moderadas (entre 3,3 y 5 m/s) se presentaron hacia el litoral costero (Callao), este (La Molina) y sur (Chorrillos) de la ciudad con direcciones provenientes del S y SSW (37 y 19%), W Y WNW (58 y 20%) y del SW y S (48 y 45%), respectivamente.

Durante la noche (19:00 a 6:00 horas) hacia el centro de la ciudad (Jesús María) se registraron vientos con intensidades débiles (<2,2m/s) con direcciones SW y E (44 y 20%) y con ocurrencia de calmas del 36%. En el distrito de Comas, norte de la ciudad, las intensidades de los vientos fueron de débiles a moderadas con direcciones SSW y SW (45 y 39%). En las estaciones ubicadas hacia el litoral costero (Callao), Este (La Molina) y Sur de

la ciudad (Surco) las intensidades fueron moderadas con direcciones S y SSE (51 y 30%), W y WNW (31 y 18%) y del SSE (30%) y ESE,SE (13%) con ocurrencia de calmas de 35%, respectivamente. Mientras que intensidades fuertes (<6m/s) se presentaron en el distrito de Chorrillos con vientos provenientes del SW y del S (85 y 15%).

**Análisis de la temperatura y vientos en el perfil de la tropósfera de la costa central del Perú durante el mes de agosto de 2004**

En la **Figura 12** se muestra el sondeo meteorológico promedio para el mes de agosto. Al analizar la información recopilada durante cada sondeo, se observó que la capa de inversión térmica en la costa central de Perú estuvo presente durante los 24 días en que se realizaron observaciones, con características descritas en el **Tabla 3**.

Los vientos entre superficie y 500 hPa fluctuaron entre SE, S y SW con intensidades de 2,5 a 10 m/s. Desde los 400 hPa hacia arriba, los vientos fueron del W con intensidades de 12,5 a 25 m/s.

Las características de altura de la Base de la Inversión (848 m), intensidad (2 °C/ 100m) que muestra la más intensa estabilidad atmosférica y la alta humedad relativa en 9 de los 24 días con observaciones (38%) que ocasionó garúas principalmente en los distritos adyacentes al litoral, constituyeron en conjunto y en una forma muy relativa, buenas condiciones de calidad del aire para amplias áreas de la capital, con excepción de las zonas críticas.

**Tabla 3. Características de la Capa de Inversión Térmica en la Costa Central de Perú**

| PARAMETRO   | UNIDAD      | MÁXIMO |                               | MÍNIMO |        | PROMEDIO |
|-------------|-------------|--------|-------------------------------|--------|--------|----------|
| Espesor     | metros      | 946    | día 4                         | 239    | día 3  | 584      |
| Altura Base | metros      | 1317   | día 2                         | 361    | día 31 | 848      |
| Altura Tope | metros      | 1867   | día 5                         | 796    | día 31 | 1432     |
| T Base      | ° C         | 12,8   | día 31                        | 7,4    | día 2  | 9,7      |
| T Tope      | ° C         | 25,2   | día 21                        | 17,2   | día 3  | 20,2     |
| Gradiente   | °C / metros | 4,3    | día 2                         | 0,9    | día 4  | 2,0      |
| H.R. Base   | %           | 98     | días 4,6,9,13,18,19, 25,29,31 | 95     | día 30 | 94       |
| H.R. Tope   | %           | 40     | días 2,31                     | 2      | día 10 | 17       |

**Figura 10. Rosas de viento (m/s) diurnas de las estaciones de (a) Comas, (b) Callao, (c) Jesús María, (d) La Molina, (e) Santiago de Surco y (f) Chorrillos**

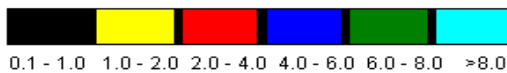
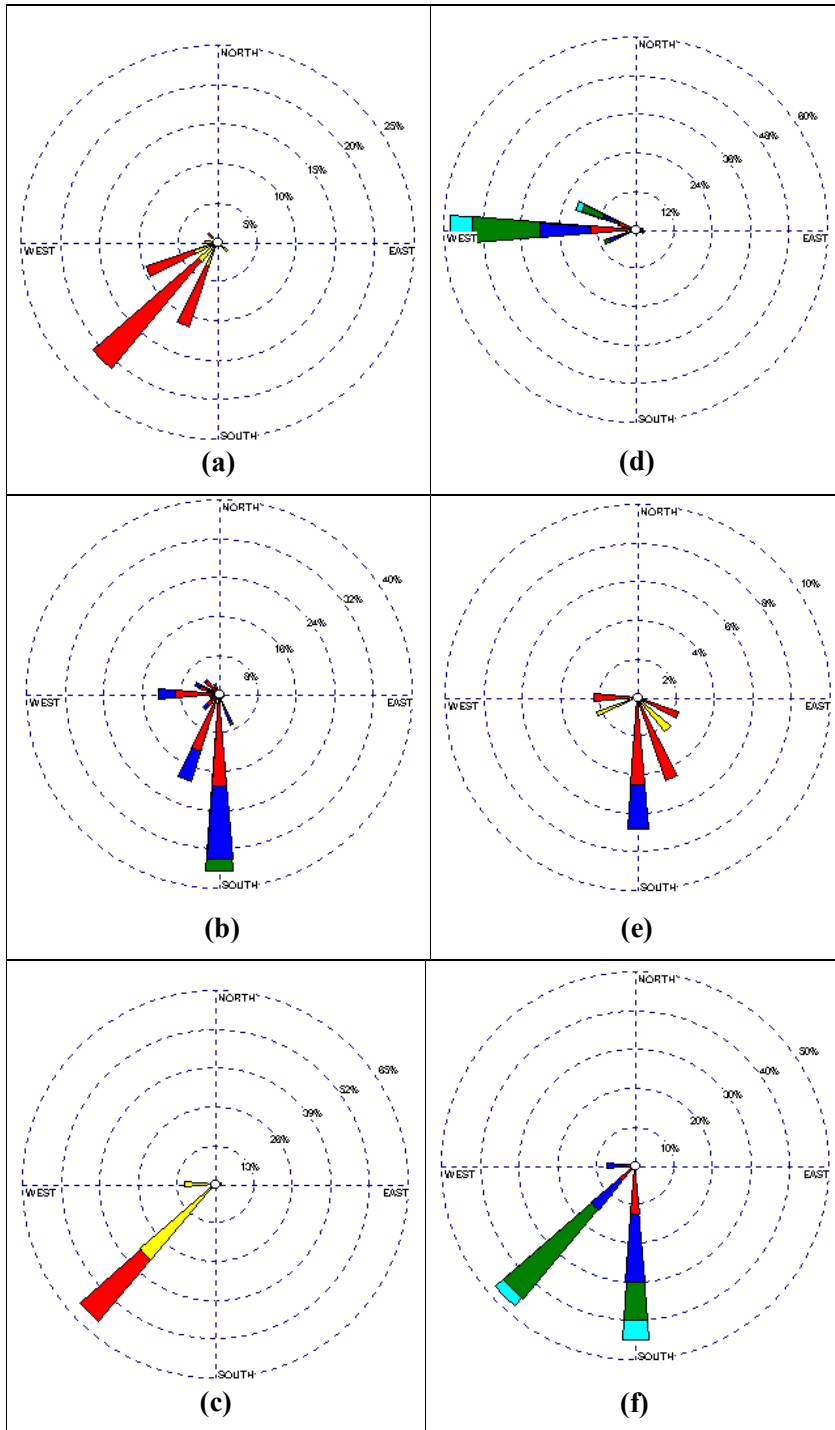
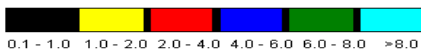
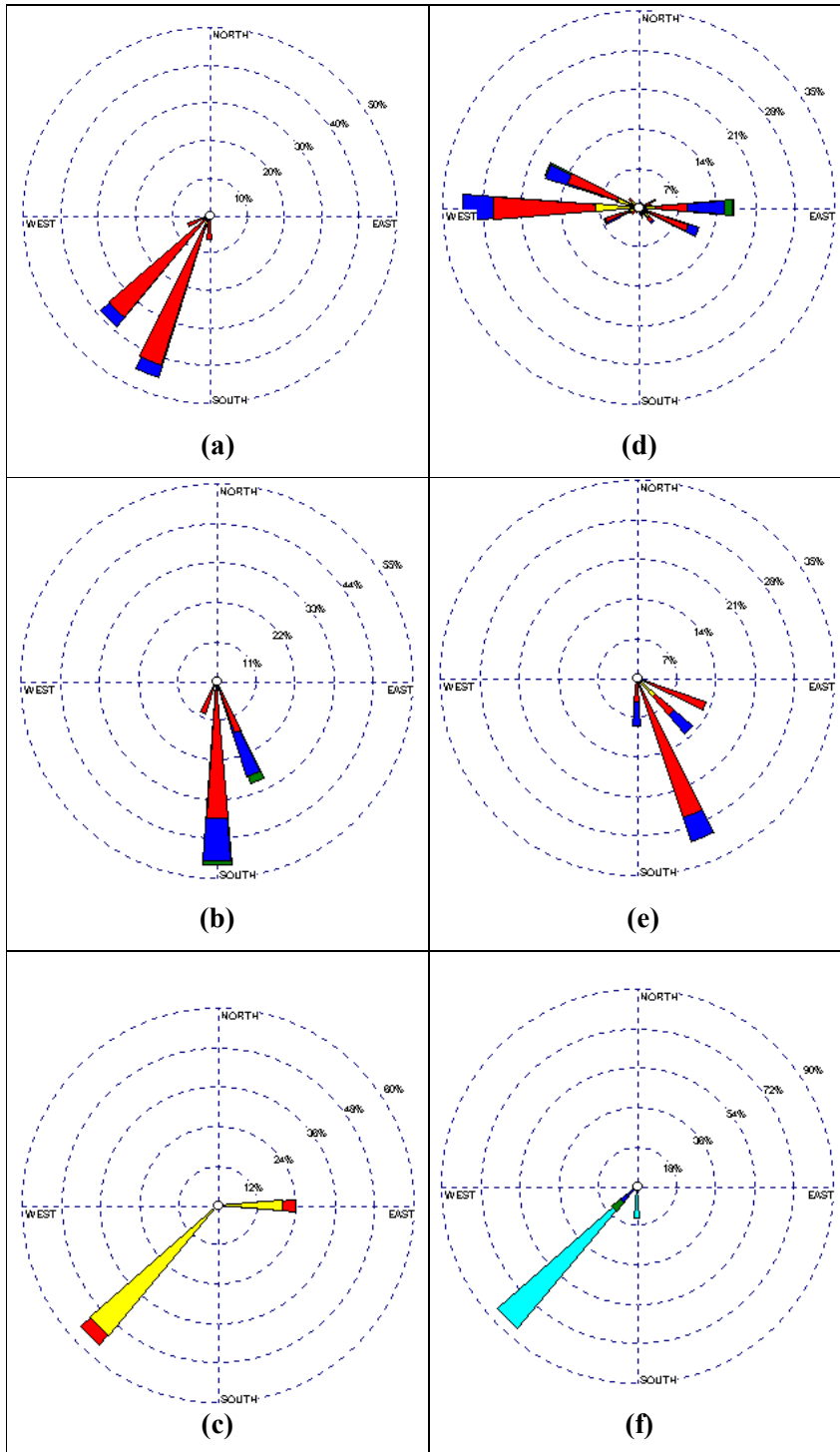
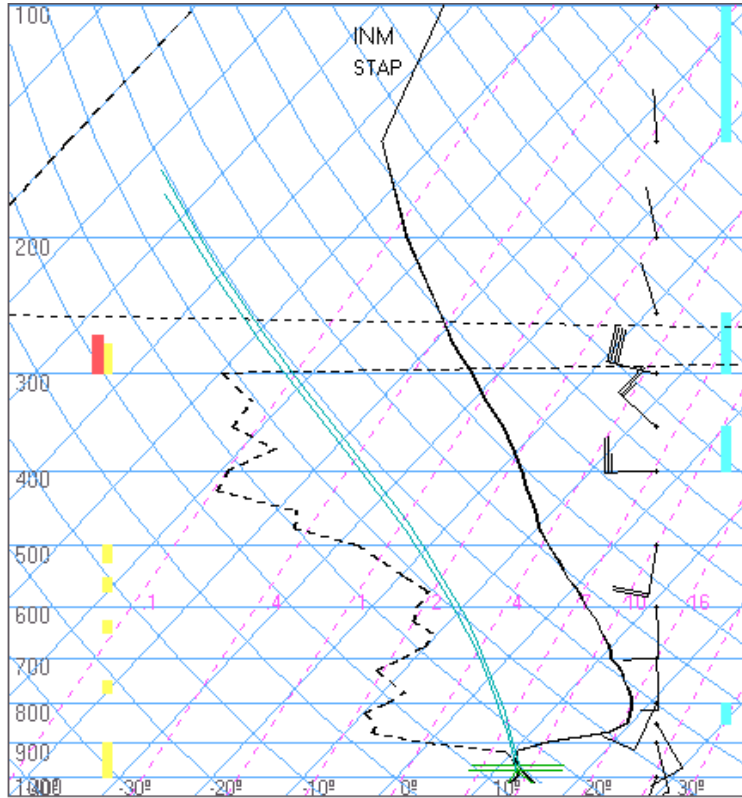


Figura 11. Rosas de viento (m/s) nocturnas de las estaciones de (a) Comas, (b) Callao, (c) Jesús María, (d) La Molina, (e) Santiago de Surco y (f) Chorrillos





**Figura 12. Radiosondaje mensual promedio durante el mes de agosto de 2004  
(Aeropuerto Internacional Jorge Chávez)**



Lima  
agosto0406z  
06z

TT: 26  
K : -4

Agua Prec.(mm)  
(SF-85): 12  
(85-70): 4  
(70-50): 4  
(50-20): -175  
(Total): -156  
T=0 : 4879 m  
Tw=0: 3852 m

Pres.ini: 1014  
NCC: 441 m  
Tc= 16.3 °C  
EL= 693 m  
NCA: 340 m  
LI= 14.3  
NCL=\*\*\*  
EL=\*\*\*

#### 4. CONCLUSIONES

Para el mes de agosto, el análisis de la variación espacial de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la Zona Metropolitana de Lima - Callao muestra la configuración de tres centros de altos niveles de concentración de sólidos sedimentables: El primero de ellos está ubicado al norte de la ciudad con un valor de 20,7 t/km<sup>2</sup>/mes; el segundo, ubicado hacia la zona centro-este, con un valor de 18,3 t/km<sup>2</sup>/mes y el tercero, hacia el cono sur presenta valores comprendidos entre 15-25 t/km<sup>2</sup>/mes; con excepción de la estrecha franja paralela a la costa y de parte de algunos distritos residenciales.

De acuerdo al análisis realizado, solamente en el 62% de las estaciones, las concentraciones de los CSS, superaron el nivel referencial establecido por la OMS.

Del análisis de las temperaturas y humedades relativas extremas promedio de 6 estaciones meteorológicas, se encontró que el día más frío del mes en la Zona Metropolitana de Lima-Callao fue el 17 de agosto con una media de 13,5°C; asimismo, en 6 de los días analizados (9,19,21,23,24 y 26) la atmósfera de Lima-Callao estuvo saturada de humedad (>=98%).

El análisis de la información meteorológica de los vientos de superficie, permite observar que en horas de la mañana los vientos oscilaron desde débiles hacia el centro (Jesús María) y sur de la ciudad (Surco) con dirección predominante del SW (60%) y presencia de calmas al 80%, respectivamente, hasta intensidades moderadas registradas en el litoral costero (Callao), este (La Molina) y Sur (Surco) con direcciones predominantes del S (37%), W (58%) y del SW (48%), respectivamente. En horas de la noche, se reportaron intensidades que fueron desde débiles hacia el centro de la ciudad (Jesús María) con dirección SW (44%) a fuertes hacia el sur (Chorrillos) con dirección SW (85%).

Las características de altura de la Base de la Inversión (848 m), intensidad (2 °C/ 100m) que muestra la más intensa estabilidad atmosférica y la alta humedad relativa en 9 de los 24 días con observaciones (38%) que ocasionó garúas principalmente en los distritos adyacentes al litoral, constituyeron en conjunto y en una forma muy relativa, buenas condiciones de calidad del aire en amplias áreas de la capital, con excepción de las zonas críticas.