

**METEOROLOGÍA—HIDROLOGÍA—AGROMETEOROLOGÍA—AMBIENTE**

**AÑO IV, N° 10, OCTUBRE, 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. FERNANDO VEGAS GALDOS**

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**

Ing. José Silva Cotrina  
Ing. Orlando Ccora Tuya  
Bach. Zarela Montoya Cabrera  
Sr. José Luis Espíritu  
Sr. César Valverde P.  
Tco3.Juan Quenaya  
Tco. Roberto Reyes M.

# EDITORIAL

*El Boletín Meteorológico e Hidrológico del Perú en su décima edición del volumen IV, correspondiente al mes de Octubre del 2004, presenta el análisis de las condiciones ambientales en el Perú y Sudamérica; así como su perspectiva para el mes de Noviembre, e incorpora en esta ocasión el análisis de la radiación ultravioleta para Lima y Arequipa.*

*La Dirección General de Meteorología nos indica que durante el mes de Octubre debido a la inestabilidad de los sistemas atmosféricos, se ha presentado un comportamiento del tiempo y el clima bastante inestable, sin embargo, se viene observando las formaciones atmosféricas típicas de la estación de otoño. De igual forma señala que la temperatura de agua de mar, frente a la costa norte de Perú y sur de Ecuador presentó valores normales y la temperatura del aire en gran parte de la costa peruana registró valores cercanos a su normal, sin embargo la temperatura mínima presentó anomalías positivas, en gran parte de la costa. Las condiciones sinópticas nos señalan que la costa peruana presentó condiciones de mayor presencia de brillo solar a lo largo del litoral, asociado a la configuración del Anticiclón del Pacífico Sur, mientras tanto en la sierra central y norte, así como toda la selva presentó condiciones de lluvias asociado a la alta de Bolivia y la incursión del Jet subtropical.*

*La Dirección General de Hidrología presenta las condiciones de los principales ríos del Perú donde menciona que en la Vertiente del Pacífico, los principales ríos de la zona norte han incrementado sus caudales debido a la presencia de precipitaciones en la zona Norte, en especial en la cuenca del Chancay-Lambayeque, sin embargo no alcanzan sus valores normales, igualmente los ríos Rimac y Chillón incrementaron sus caudales, para la zona de esta vertiente los caudales de los ríos Camaná -Majes, Chili y Sama se mantuvieron estables. Se debe tener en cuenta que el comportamiento de los caudales de los ríos Rimac, Chili y Sama se encuentra influenciados por el manejo del sistema regulado. En la vertiente del lago Titicaca los caudales de los ríos han disminuido y el nivel del lago Titicaca durante el mes de Octubre ha disminuido en 13 centímetros y al 30 de Octubre ha alcanzado la cota 3810,16 m.s.n.m, característica propia de la estacionalidad del Lago. En la vertiente del Atlántico, principalmente en la zona Norte los ríos han incrementado sus niveles. Para la zona Central los principales ríos han presentado un comportamiento deficitario y finalmente en la zona Sur, los niveles y caudales del río Vilcanota ha incrementado su caudal, presentándose dentro de sus valores normales.*

*La Dirección General de Agrometeorología, nos indica que en la costa norte, las condiciones térmicas ligeramente más cálidas favorecieron la floración y formación de órganos reproductivos en los campos de arroz y maíz instalados durante la campaña chica, también favoreció la floración de los algarrobos y otros arbustos en el bosque seco norteño. En la costa central, las condiciones ligeramente cálidas que se presentaron en la primera década del mes favorecieron el crecimiento vegetativo del algodón Tangüis y la formación del amento en la vid y finalmente en la costa sur, las condiciones térmicas normales contribuyeron en el desarrollo de botones florales y fructificación en el olivo, y la calidad de la maduración en la vid y el palto. La región de la sierra presentó condiciones térmicas nocturnas entre normal y menos frías de lo normal. Con respecto a las heladas estas presentaron con una intensidad normal en la sierra central y sur a más 3800 msnm. Así mismo las heladas de intensidades más altas de lo normal se registraron en Altiplano. Para la región de la selva presentó condiciones térmicas nocturnas y diurnas entre normal y más cálidas de lo normal.*

*La Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales, para el mes de Octubre nos presenta dos áreas de investigación referidas a estudios de Calidad del Aire y los Vigilancia Atmosférica Global. En cuanto a estudios de Calidad del Aire nos presenta, el análisis de la variación espacial de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la Zona Metropolitana de Lima - Callao donde muestra la conformación de tres centros de altos niveles de concentración ubicados al norte de la ciudad en zona centro-este, y en el cono sur, este ultimo con el valor más alto del mes de Octubre-2004. En el área de Vigilancia Atmosférica Global se viene monitoreando el comportamiento temporal de la radiación ultravioleta-B en las ciudades de Lima y Arequipa a fin de pronosticar los índices IUV (indicador de las exposiciones a la radiación), los cuales son difundidos a la población con la finalidad de promover en ellos una adecuada exposición al sol y minimizar sus efectos dañinos. Así mismo nos propone algunas recomendaciones como el uso de protectores solares, sombreros, gorros y lentes de sol cuyos cristales absorban la radiación UV-B así como minimizar la exposición al sol en hora de máxima radiación (de 10:00 a 15:00 hora local).*

**EL EDITOR**

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

**BOLETÍN  
METEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO  
DEL PERÚ**

***ÍNDICE***

<b>I. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES OCEANO-ATMOSFÉRICAS: OCTUBRE 2004 .....</b>	<b>05</b>
1. Condiciones a macro escala .....	05
2. Análisis sinóptico .....	09
3. Condiciones climáticas a nivel nacional .....	15
4. Perspectivas climáticas .....	20
<b>II. EVALUACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO</b>	
<b>DE LOS PRINCIPALES RÍOS DEL PERÚ: OCTUBRE 2004 .....</b>	<b>21</b>
1. Vertiente del océano Pacífico .....	22
2. Vertiente del lago Titicaca .....	25
3. Vertiente del Amazonas o Atlántico .....	27
4. Conclusiones .....	30
5. Tendencia hidrológica .....	30
<b>III. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLÓGICAS: OCTUBRE 2004 .....</b>	<b>31</b>
1. Índices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos: costa, sierra y selva .....	31
2. Tendencias agrometeorológicas .....	41
<b>IV. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES: OCTUBRE 2004 .....</b>	<b>43</b>
1. Cuenca atmosférica Lima y Callao .....	45
2. Metodología .....	47
3. Resultados del monitoreo ambiental .....	47
4. Conclusiones .....	54
5. Evaluación y Pronóstico de la Radiación Ultravioleta-B en Lima y Arequipa .....	55
6. Resultados del monitoreo de la Radiación UV-B .....	56
7. Pronóstico de Radiación UV-B para Lima y Arequipa .....	59

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

### 1. CONDICIONES A MACRO ESCALA

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

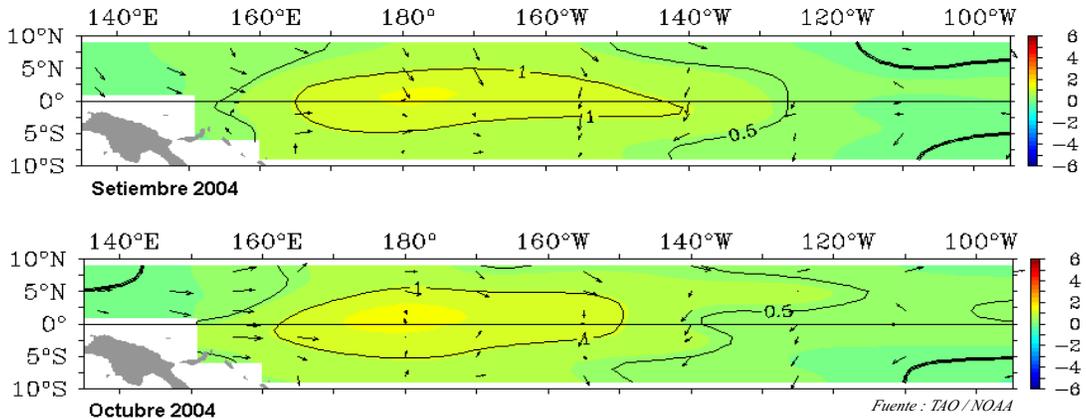
La Temperatura Superficial del Mar (TSM), en gran parte de Océano Pacífico ecuatorial, no mostró variación significativa respecto al mes anterior, solo se observó una pequeña elongación de las anomalías positivas hacia el hemisferio norte, en el Pacífico central. Frente a la costa norte de Perú y sur de Ecuador la TSM mostró valores dentro de variabilidad normal. **Figura 1.**

En las áreas Niño, la TSM presentó un incremento de las anomalías en las áreas Niño 3, 3.4 y 4, presentando

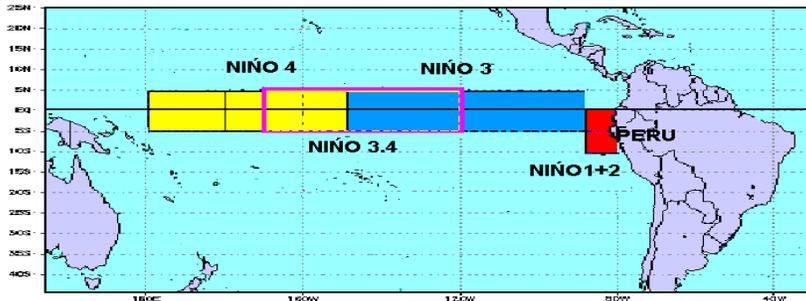
valores de 0,4°, 0,8° y 1,1°C respectivamente; mientras que en el área niño 1+2 la TSM presentó valores dentro de su variabilidad normal. **Figura 2.**

Respecto a la Temperatura Subsuperficial del Agua de Mar (TSSM) en el Pacífico ecuatorial presentó un incremento respecto a setiembre, observándose en el Océano Pacífico central un núcleo de anomalía positiva de 3,0° C alrededor de los 170° W y a una profundidad de 120 m, asimismo, se observó el avance del núcleo de anomalía positiva de 2° C, hacia la costa sudamericana; situación que muestra el arribo de las ondas oceánicas Kelvin, como producto de los debilitamientos de los vientos de dirección Este, en los meses anteriores. **Figura 3.**

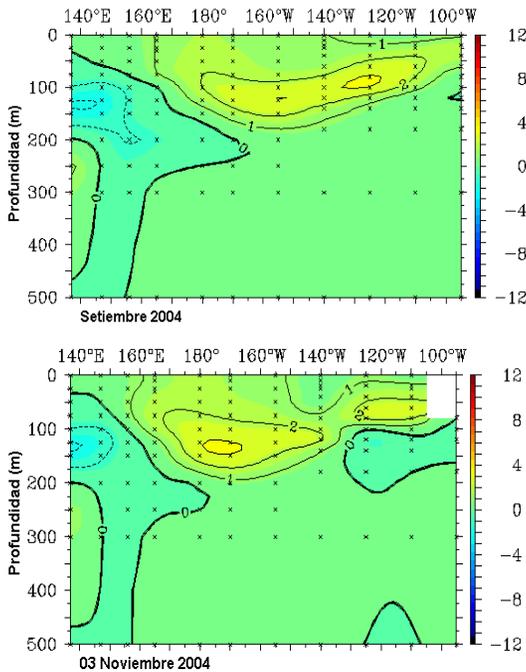
**Figura 1. Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) 10°N - 10°S**



**Figura 2. Areas Niño**



**Figura 3. Anomalia de la temperatura subsuperficial de agua de mar (°C) 2°N - 2°S**

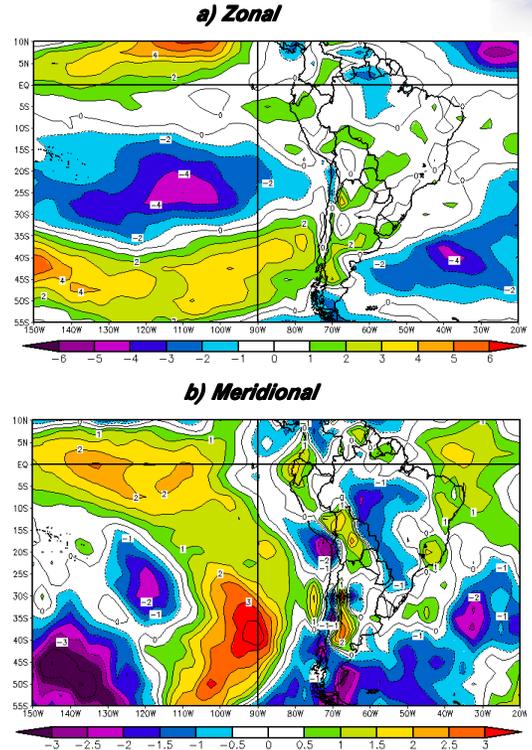


## 1.2 Vientos Ecuatoriales en el Pacífico Ecuatorial

El comportamiento del viento zonal en gran parte del Pacífico Ecuatorial central-occidental, mostró un debilitamiento de la componente Este (anomalía del Oeste); mientras en el Pacífico oriental (frente a la costa sudamericana) los vientos mostraron un comportamiento normal (vientos del Este. Sin embargo, en gran parte del litoral peruano el viento mostró un comportamiento dentro de su variabilidad normal, excepto la costa norte donde se observó puntualmente vientos débiles de componente Este. **Figura 4a.**

Respecto a la componente meridional, en el Océano Pacífico ecuatorial central-occidental se observó el dominio de vientos intensos del Sur, mientras en el lado oriental un comportamiento normal (vientos del Sur). Frente a la costa peruana, la costa norte presentó vientos del Sur, mientras la costa sur vientos de componente Norte; en la costa central los vientos mostraron un comportamiento dentro de su variabilidad climatológica, es decir vientos de componente Sur. **Figura 4b.**

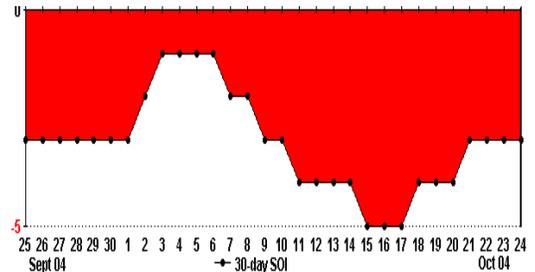
**Figura 4. Anomalia de los vientos a 850 hPa**



La diferencia de presiones entre el Pacífico occidental (Darwin) y Pacífico oriental (Tahití), denominado Índice Oscilación Sur (IOS) continuó presentando valores negativos (fase cálida de la Oscilación del Sur).

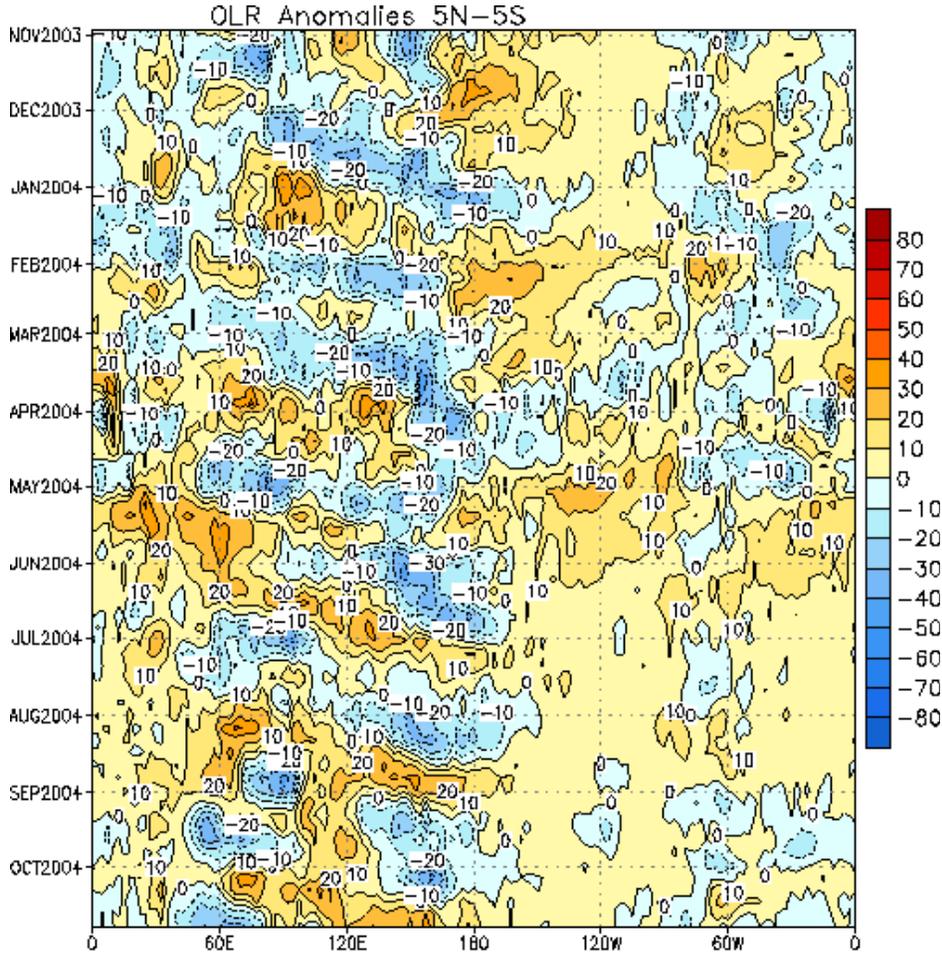
**Figura 5.**

**Figura 5. Índice de Oscilación del Sur**



En referencia a la actividad convectiva, evaluada en el Océano Pacífico Ecuatorial mediante la Radiación de Onda Larga (ROL); se observó una mayor extensión de la nubosidad, superior al mes anterior; esto en respuesta a la presencia de aguas con temperaturas superiores a su promedio climatológico. **Figura 6.**

**Figura 6. Índice de Radiación de Onda Larga en el Pacífico ecuatorial 5°N -**

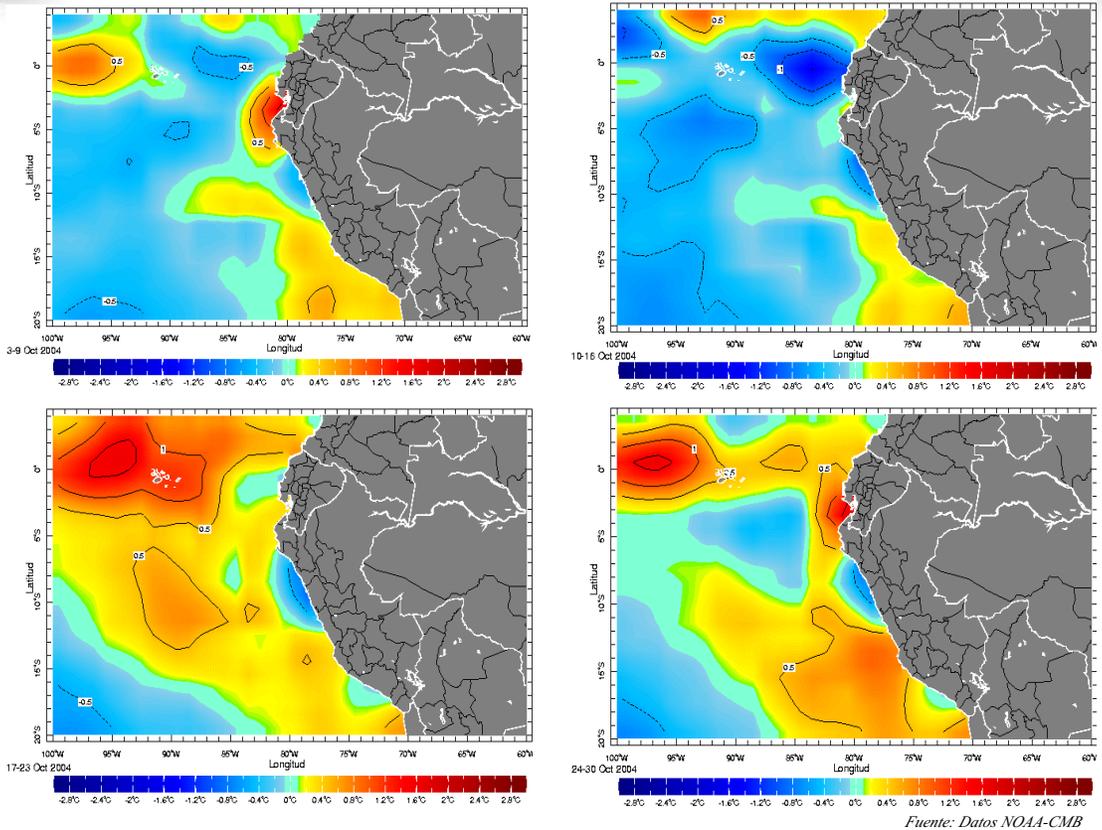


Data updated through 25 OCT 2004

### 1.3 Condiciones Locales en la Costa Peruana

La temperatura del agua de mar, frente al litoral peruano, continuó mostrando condiciones cálidas en el extremo norte y sur; en la primera y última semana en el extremo norte se observó anomalías positivas de +1,5 °C, mientras en la costa sur, las anomalías positivas de 0,5°C, se mantuvieron durante todo el mes. La costa central la TSM presentó anomalías negativas, con un valor promedio de -0,5°C. **Figura 7.**

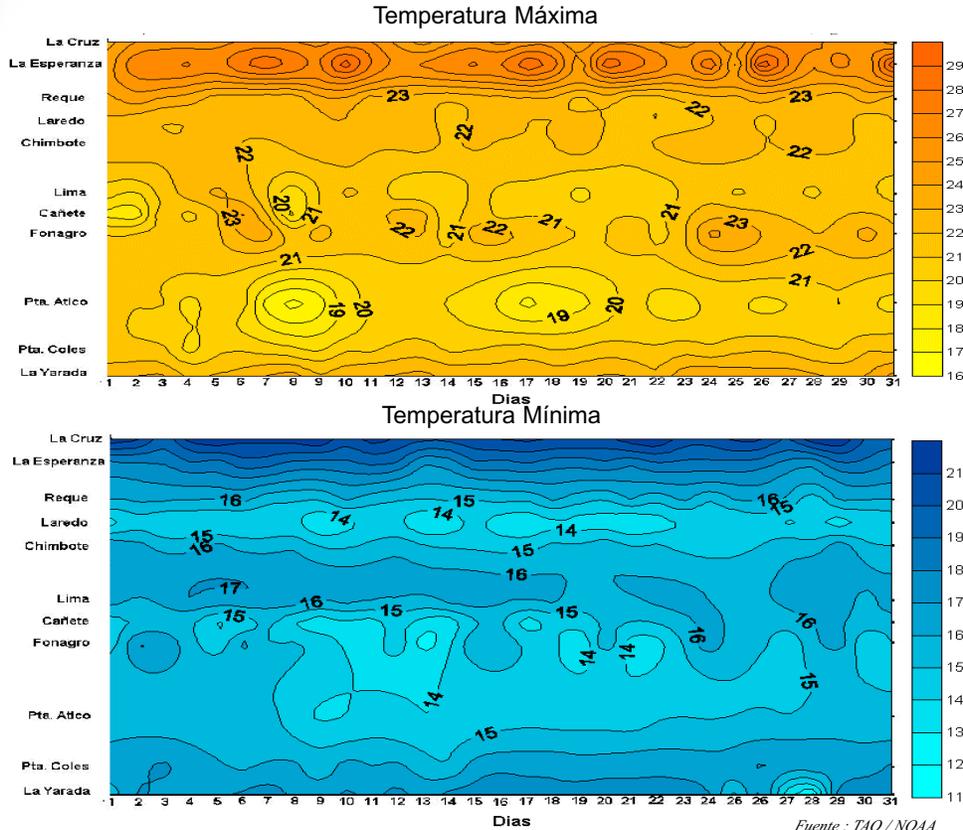
**Figura 7. Anomalia de la Temperatura del agua de mar en el litoral peruano**



Respecto a las temperaturas extremas del aire, la temperatura máxima, en la costa norte registró valores que oscilaron entre 22° a 28°C registrándose los valores mayores entre la zona comprendida de La Cruz (Tumbes) y La Esperanza (Piura) a inicios de la segunda quincena; en la costa central, las temperaturas fluctuaron entre 20° y 23°C, presentándose los valores mayores entre la estación Cañete (Lima) y Fonagro (Ica); en tanto, en la costa sur la temperatura osciló entre 18° a 22°C, observándose los valores mayores en los últimos días del mes en la estación La Yarada (Tacna). Respecto a su patrón climatológico, la temperatura en gran parte de la costa peruana registró valores cercanos a su patrón.

En cuanto a la temperatura mínima, la costa norte registró valores entre 14° y 21°C, registrándose los menores valores en la estación de Trujillo (La Libertad) en algunos días del mes; en la costa central, la temperatura presentó valores entre 14° a 17°C, observándose los menores valores en la estación Cañete (Lima) y Fonagro (Ica) a inicios de la segunda década, en tanto, en la costa sur la temperatura osciló entre 13° a 17°C, presentándose los menores valores entre la estación Punta Coles y La Yarada (Tacna) fines de del mes. Con relación a su climatología, la temperatura mínima presentó anomalías positivas, en gran parte de la costa, presentándose anomalías positivas entre 1,5 a 2,0°C. **Figura 8.**

**Figura 8. Anomalia de la Temperatura del agua de mar en el litoral peruano**



## 2. ANÁLISIS SINÓPTICO

### 2.1 Análisis de Baja Atmósfera

#### Análisis de Presión Atmosférica

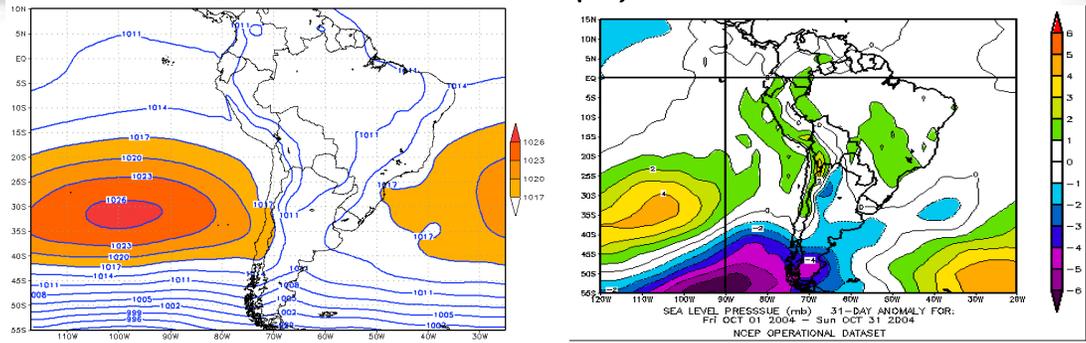
El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo promedio de 1026 hPa, ubicándose entre los 33°S y 110°W posición al suroeste de su normal, con +4hPa de anomalía. El APS, presentó una configuración zonal, lo que favoreció condiciones de tiempo variable con mayor presencia de brillo solar en la costa peruana. Mientras al sureste del APS, estuvo dominado por sistemas de bajas presiones que estuvieron asociados a sistemas frontales que se desplazaron por el sur de Chile y la Patagonia.

El continente presentó variabilidad normal con anomalía de +1hPa sobre la amazonía peruana y sureste de Brasil. Al sureste de Brasil (Atlántico sur) presentó anomalía de -1hPa, asociado a la formación de ciclogénesis incentivado por vaguadas en alta atmósfera.

El Anticiclón del Atlántico Sur (AAS), la primera quincena se presentó en forma desorganizada, en ocasiones por la influencia de ciclones extratropicales que se formaron en el pacífico y se desarrollaron y estacionaron al sureste de Brasil y Uruguay se desplazaron rápidamente por el Atlántico sur. Para la segunda quincena el AAS, configura una dorsal sobre el este de Brasil apretando el gradiente isobárico sobre las laderas orientales de la cordillera de los Andes desplazándose por Bolivia, Paraguay, Argentina.

La costa peruana presentó condiciones de mayor presencia de brillo solar a lo largo del litoral. Esto estuvo asociado a la configuración del APS. Mientras tanto la sierra central y norte, así como toda la selva presentó condiciones de lluvias asociado a la alta de Bolivia y la incursión del SJ, generado por la incursión de altas migratorias posicionados sobre Argentina.

**Figura 9. Presión a nivel medio promedio del mes de octubre (hPa) y Anomalía promedio de la Presión en octubre (hPa)**



### **Baja Térmica (BT)**

La Baja Térmica amazónica, presentó un valor de 1009 hPa, ubicado sobre la selva boliviana con anomalías de +2hPa sobre la amazonia peruana, en ocasiones presento núcleos de 1008 hPa sobre la amazonía peruana/brasileña asociado a núcleos convectivos sobre la región. Así también esta fue apoyada con el ingreso de vórtices ciclónicos provenientes de la región este del Brasil incentivando convección organizada sobre la amazonía y peruano/brasileña.

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

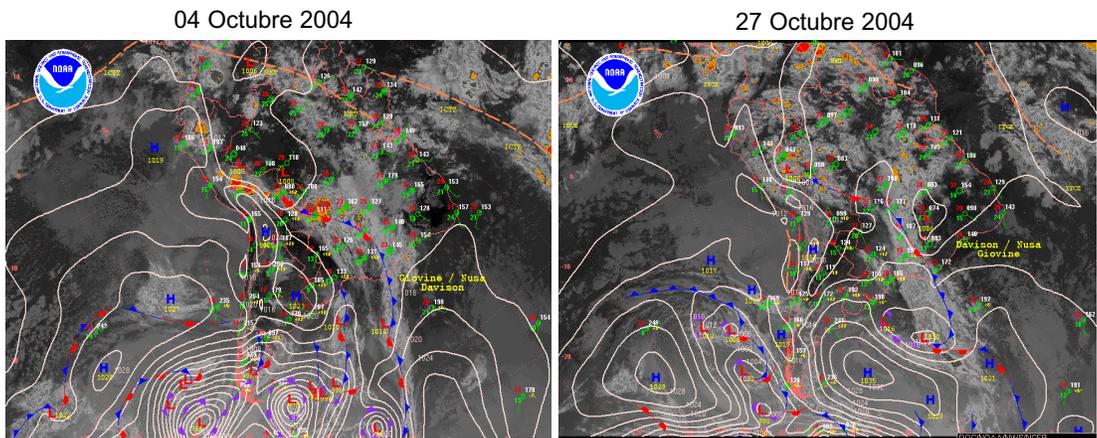
La Baja del Chaco (BCH), presentó un valor medio de 1008 hpa, con anomalía de -1.0 hpa. Esta anomalía, es debido a que durante fines de la primera década y segunda se presentó en forma persistente vientos máximos del norte en niveles de 850 hpa (low jet de bajos niveles); registrando valores de hasta 1002 hpa

Durante el mes, este sistema tuvo un comportamiento persistente, especialmente en la segunda década.

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

A inicios de la primera década del mes, la profundización de una baja en el Atlántico sur occidental, apoyada por la advección de vorticidad ciclónica mantuvo la "cola" de un frente estacionario hacia el centro y norte del Perú (ver **Figura 10**) generando lluvias y tormentas. Tal es así, que en la sierra central se presentaron: hasta 10.0 Lt/m<sup>2</sup> en Huaraz (Ancash); hasta 3.9 Lt/m<sup>2</sup> en Yauyos (Lima). Mientras que en la sierra sur, se tuvo hasta 6.3 Lt/m<sup>2</sup> en Caylloma (Arequipa). En la sierra norte las lluvias fueron localizadas principalmente en zonas altas de la margen occidental de los Andes de esta región (7.8 Lt/m<sup>2</sup> en Santiago de Chuco-La Libertad). En la selva norte se registró las mayores precipitaciones; registrándose hasta 137.7 Lt/m<sup>2</sup> en Mariscal Ramón Castilla (Loreto). En la selva sur, se registró hasta 7.1 Lt/m<sup>2</sup> en La Convención (Cusco).

**Figura 10. Imágenes satelitales y análisis sinóptico**



Fuente: SOUTHAMERICAN DESK/ HPC/NOAA

A fines de la última década, una alta migratoria se posicionó en el noreste de Argentina. Esta alta apoya la incursión de un frente frío sobre Uruguay, Paraguay y Bolivia, así como también proyectó una línea de inestabilidad a regiones del centro y norte del Perú. La alta confinó la humedad a la amazonía peruano-brasilera haciéndola converger por intensos gradientes de temperatura que se generaron. Mientras que los flujos con alta concentración de humedad se proyectaron hacia la margen oriental de los Andes ascendiendo por forzamiento orográfico. Ambas situaciones, fueron favorecidas por divergencia en altura al posicionarse la alta de Bolivia en el centro de la amazonía brasilera.

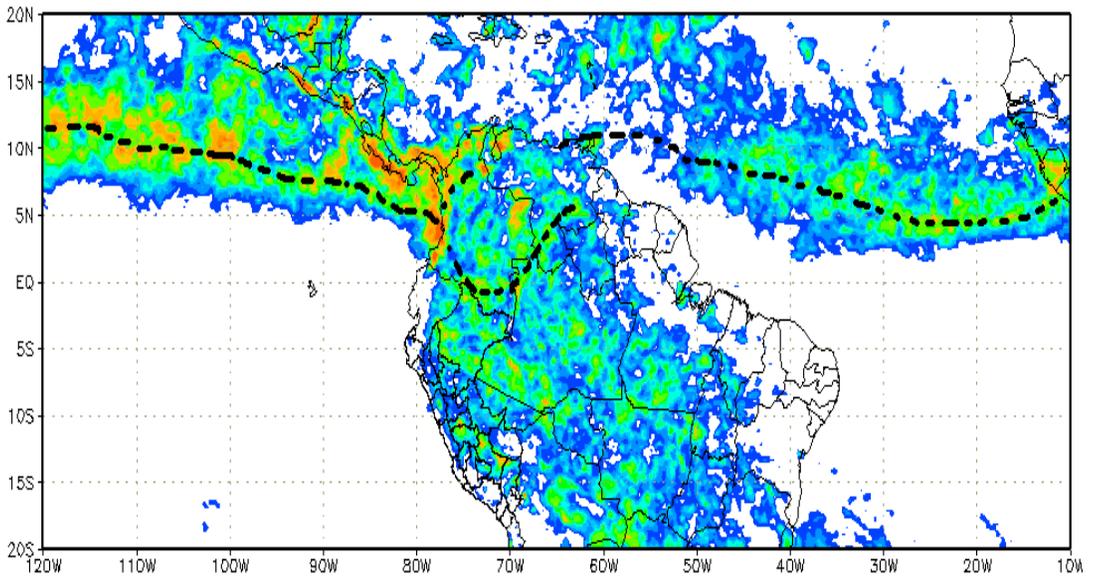
Con respecto al paso de los sistemas frontales, estos frentes se desplazaron por los 50°S - 60°S en el Pacífico oriental al ser bloqueados por las Altas en el Pacífico

oriental sur. Estos frentes se alojaron en el Atlántico sur y tendieron frentes fríos hacia el centro y norte del continente al "engranarse" con los sistemas migratorios de Alta presión. Una característica de este mes fue la presencia de la Zona de convergencia del Atlántico sur que se mantuvo activa, siendo fundamental para la ocurrencia de precipitaciones en el centro de amazonía.

En el Pacífico tropical central y oriental la ZCIT se ubicó dentro de su variabilidad normal con actividad convectiva de moderada a fuerte intensidad de manera aislada. La ZCIT en el Atlántico tropical ecuatorial central se ubicó en los 08° N en promedio. **Figura 11.**

En el continente, la vaguada ecuatorial se mantuvo activa. La variabilidad de esta vaguada se mantuvo alrededor de los 5°N (Colombia).

**Figura 11. Posición de la ZCIT en el Atlántico tropical durante octubre 2004**

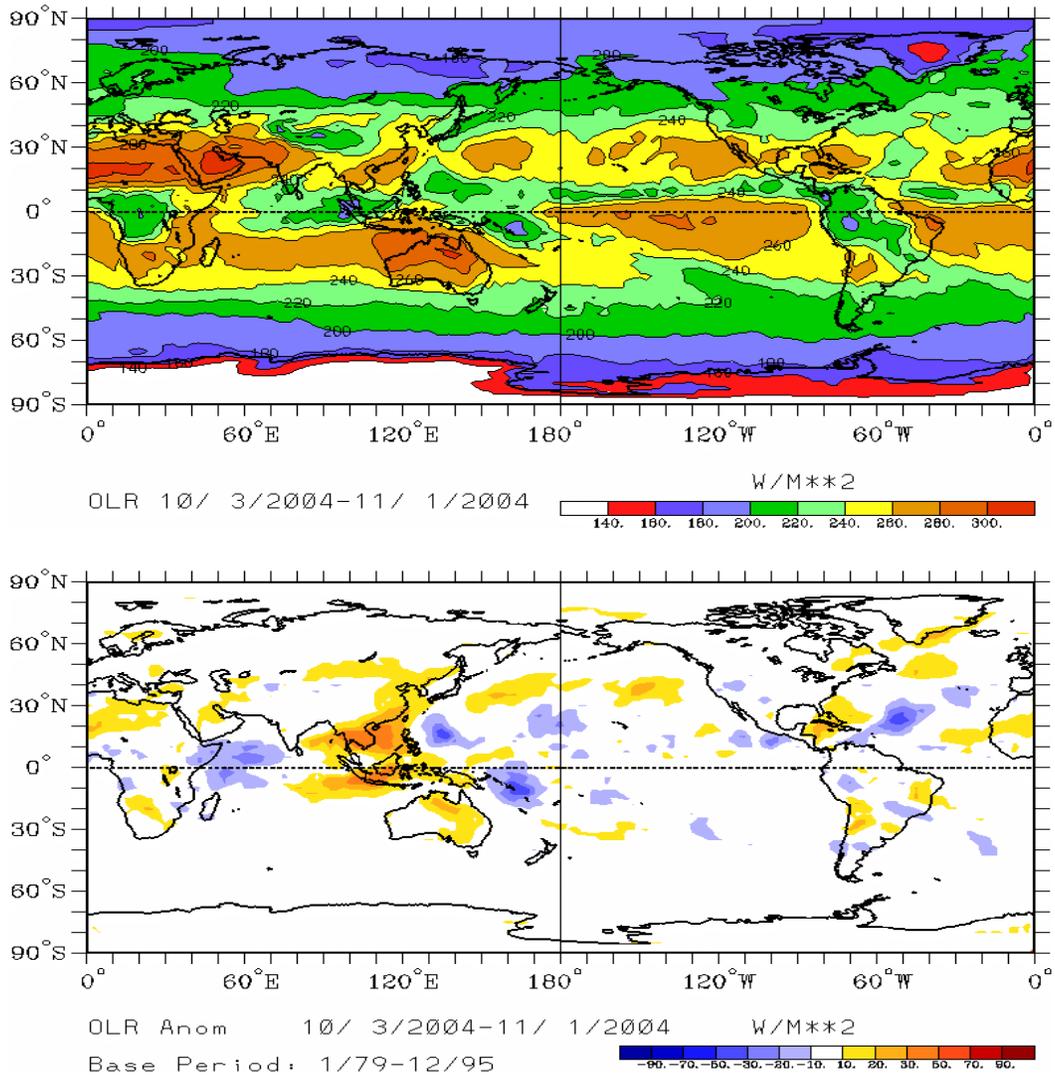


Fuente: NASA/TRMM

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

Durante este mes, la amazonía y el sudeste brasileño mostraron en forma persistente cobertura nubosa asociado a la ZCAS, lo cual se refleja en las anomalías de ROL. Por el contrario Bolivia, el norte de Chile y noroeste de Argentina y nordeste de Brasil tuvieron la tendencia a presentar poca cobertura, asociado a la presencia de altas presiones. El sur de Chile y Argentina mostraron cobertura nubosa asociado al paso de ondas cortas. (Ver **Figura 12**)

**Figura 12. Radiación en onda larga promedio y anomalía durante octubre 2004**



Fuente : CPC/NCEP

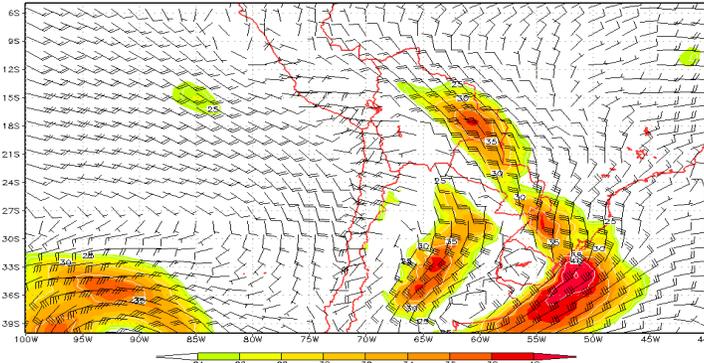
### **Corriente en Chorro en Bajos Niveles (LLJ/SJ)**

En el transcurso del mes de octubre la cuña del atlántico sur por el este de Brasil reforzó flujos del norte por la zonas llanuras de Bolivia, norte de Argentina, Paraguay, adquiriendo características de jet de bajos niveles (LLJ; ver **Figura 13**). La segunda década, fue la más persistente en la presencia de LLJ, lo que apoyo la profundización de la baja del Chaco, noreste de Argentina y la organización de sistemas convectivos flujos abajo del LLJ . Un caso particular ocurrió el 13 de octubre (ver Figura 13 a) donde el ingreso de una alta migratoria sobre Argentina y flujos en alta troposfera incentivaron el ingreso de aire frío del sur reforzando el sistema frontal sobre Paraguay y Bolivia con precipitaciones que se extendieron hasta el sur de Perú. Mientras que para el 20 de octubre se presentó una alta migratoria menos intensa sobre Argentina, pero que favorecieron precipitaciones sobre Bolivia.

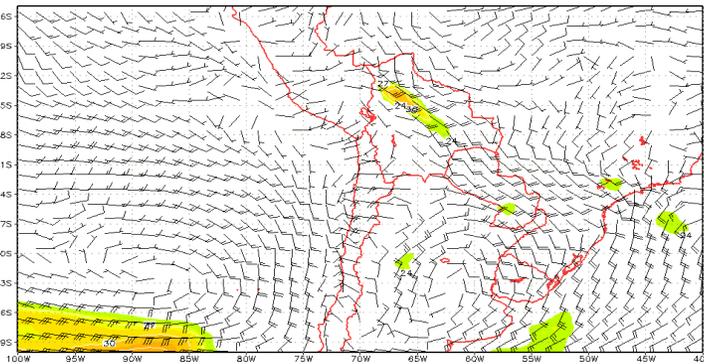
El confinamiento de humedad hacia el norte de su desplazamiento, organizó convección sobre el sur del Perú y esta convergencia en bajos niveles se desplazo hacia el norte del Perú, registrando precipitaciones considerables, a diferencia de las otras regiones.

**Figura 13. Isotacas e isógonas (Kts), en el nivel de 850 hPa, con áreas sombreadas mayores a los 24 Kts (LLJ/SJ).**

13 de octubre 2004



20 de octubre 2004



Fuente : SENAMHI/DMS

## 2.2 Análisis de Alta Atmósfera

Entre la primera semana del mes de octubre se presentó una profunda vaguada sobre el Pacífico sur oriental incentivando una amplia dorsal sobre el centro sur de Sudamérica. Mientras que al este de la dorsal se fortaleció la vaguada del noreste de Brasil inducida por la circulación anticiclónica sobre continente. La presencia de la dorsal incentivo el aumento de la temperatura del aire sobre la selva sur del Perú y regiones donde se posicionó la dorsal. La Alta de Bolivia incentivó el desprendimiento de vórtices ciclónicos de la vaguada del noreste de Brasil, desplazándose sobre la amazonía llegando a la vertiente oriental de la cordillera peruana.

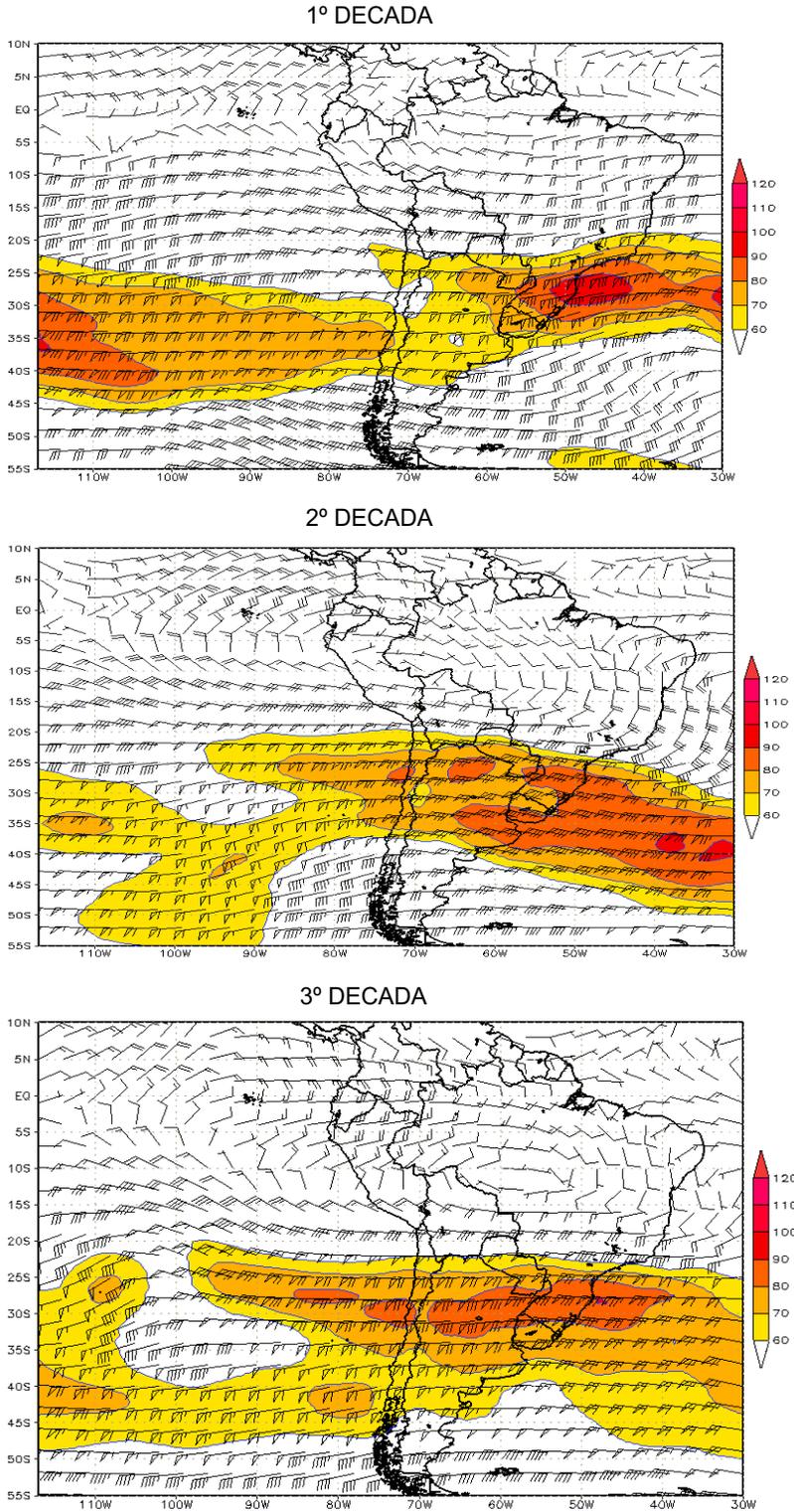
Entre los días 17-20 y 23-27 de octubre se formaron dos depresiones aisladas en niveles altos sobre el Pacífico entre los 100° W, desplazándose y disipando su energía antes de cruzar la cordillera chilena, sin embargo parte de esta energía cruzó los andes del sur y en asociación con flujos cálidos y húmedos en bajos niveles de la amazonía peruano brasileña, provocaron precipitaciones en la sierra sur y central de Perú, llegando se a registrarse chubascos de nieve en el Departamento de Junín. En la primera década del mes, En el transcurso del mes de octubre la cuña del atlántico sur por el este de Brasil reforzó flujos del norte por la zonas llanuras de Bolivia, norte de Argentina, Paraguay, adquiriendo características de jet de bajos

niveles (LLJ: ver **Figura 14**). la Corriente en chorro subtropical en el Atlántico sur occidental se ubicó con un flujo zonal alrededor de 28°S en promedio. Esta posición apoyó una vaguada en niveles medios sobre el Atlántico sur occidental favoreciendo la formación de ciclogénesis frente a las costas de Uruguay y el sur de Brasil (ver **Figura 15**) manteniendo un frente estacionario tendido en el continente hacia el norte de Perú.

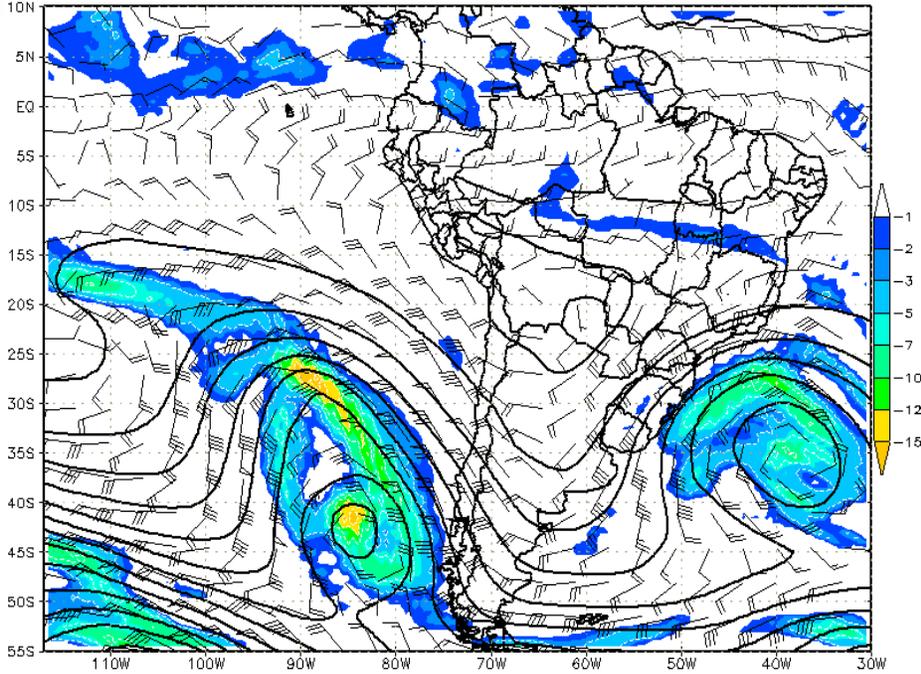
En la segunda década, la Corriente en chorro subtropical formando onda larga con la rama norte del Chorro polar intensificó el APSO, advectó aire frío a las costas de Chile y Perú. Por otro lado, la posición e intensidad en el continente de la corriente en Chorro subtropical mantuvo advectando vorticidad anticiclónica al norte, dando paso a la formación de la Alta de Bolivia (ver fig 14 b), sistema que definió la ocurrencia frecuente de precipitaciones en la amazonía occidental brasilera y la sierra central peruana.

La última década del mes, no tuvo variaciones significativas a la década anterior. La profundización de la Baja del Chaco (en superficie) sumada a la configuración de la Alta de Bolivia que se posicionó con núcleo en los 12°S y 58°W en promedio (ver fig 14 c), mantenida por advección de vorticidad con vientos sostenidos de 100 nudos, favorecieron la ocurrencia de lluvias en la sierra central y norte (incluyendo eventos localizados de lluvia ligera en el norte sobre todo en zonas medias y bajas de la vertiente occidental de la cordillera).

Figura 14. Isotacas en vectores y magnitud del viento mayores a 60 Kt en área sombreada en promedios decadales en el mes de octubre de 2004 en el nivel de 200 hPa



**Figura 15. Vorticidad Relativa en área sombreada ( $1s \cdot 10^{-5}$ ) e Isohipsas en el nivel de 500 hPa**



### 3. CONDICIONES CLIMATICAS A NIVEL NACIONAL

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

##### Temperatura Máxima

Durante octubre, la temperatura máxima presentó un comportamiento muy irregular en el territorio nacional. En la costa la temperatura registró valores cercanos a su patrón climatológico, observándose de manera muy localizada anomalías positivas de 2,3 en la estación de la Esperanza (Piura) y de 3,0°C para Cayalti (Lambayeque) y La Haciendita (Arequipa).

Respecto a la sierra, gran parte de la zona norte la temperatura máxima presentó valores comprendidos dentro de su variabilidad normal, a excepción de las estaciones de Magdalena y Chancay Baños, (Cajamarca) que reportaron valores menores a su promedio mensual (anomalías negativas de 2,0°C) y valores superiores a su promedio en la estación Chiquián (Ancash), (anomalías

positivas de 2,5°C). En la sierra central, la temperatura registró valores cercanos a su promedio mensual, a excepción de la localidad de La Oroya, donde puntualmente se observó un núcleo de anomalía negativa con el valor de 2,5°C. En la sierra sur, la temperatura registró valores ligeramente superiores a su normal, las que representaron ligeras anomalías positivas, observándose la anomalía positiva de mayor valor (2,6°C) en Paucartambo (Cusco), y Azangaro (Puno).

La selva en general presentó valores muy cercanos a sus patrones climatológicos, observándose solo un núcleo de anomalía positiva de 2,6°C en Puerto Maldonado (Madre de Dios). **Mapa 1.**

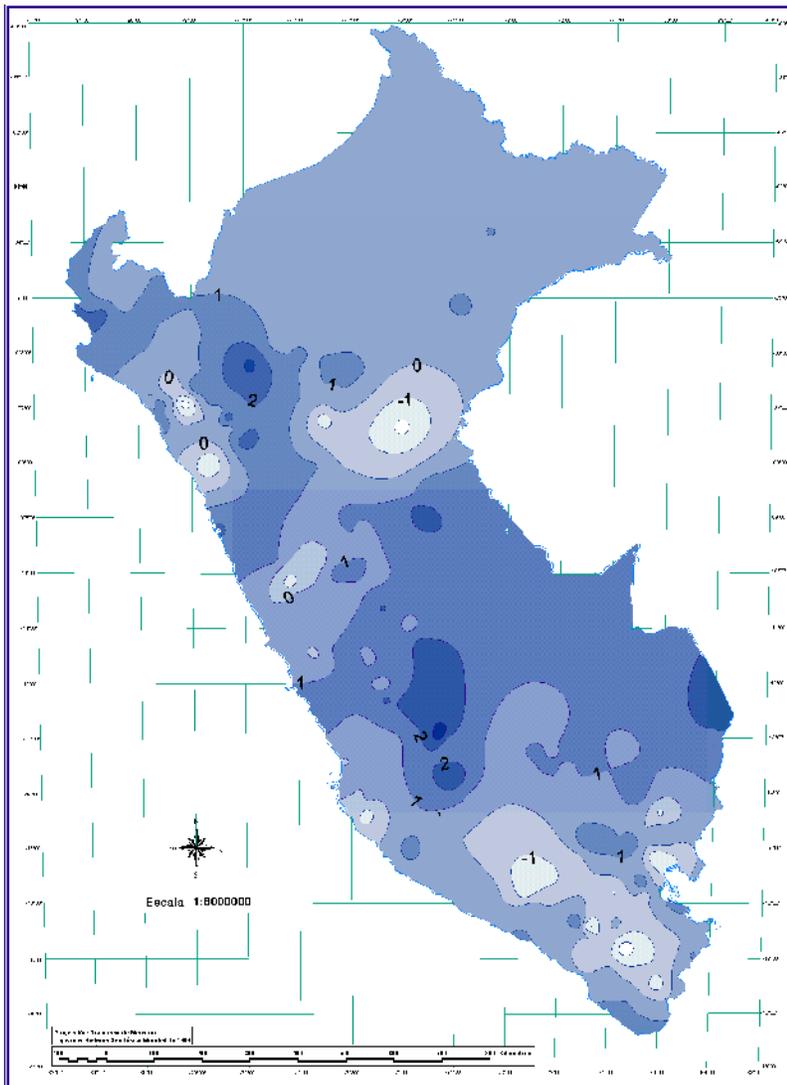


## Temperatura Mínima

A lo largo de la costa peruana, la temperatura mínima registró valores comprendidos entre su patrón a ligeramente superior a su normal, presentándose la anomalía positiva de mayor valor (2,0°C) en Morropón (Piura) y un núcleo de anomalía negativa (1,5°C) en Ocucaje (Ica). En la sierra norte, en gran parte de ella, la temperatura mostró un comportamiento normal, a excepción de la presencia de dos núcleos con anomalías, uno positivo y otro negativo; el primero se presentó en Cajabamba (Cajamarca), donde la anomalía positiva alcanzó el valor de 2,4°C; mientras los núcleos negativos se observaron en Niepos (Lambayeque) y Chiquian (Ancash) donde presentaron anomalías de 3,5 y 1,6 °C, respectivamente. En la sierra central la temperatura registró valores superiores a su patrón normal, presentándose en la

estación de Huanuco (Huanuco) la anomalía de mayor valor (2,8°C). En la sierra Sur, la temperatura mostró un comportamiento variado, se presentaron núcleos de anomalías positivas y negativas. En las localidades de Huanta (Ayacucho) y Huancapi (Apurímac), se observaron anomalías positivas de 3,8° y 3,1°C, respectivamente; mientras en los lugares de Chiguata (Arequipa), Carumas (Moquegua) y Tarata (Tacna) se presentaron anomalías negativas de 2,4, 2,8°C y -1,7, respectivamente. En los departamentos de Puno y Cusco la temperatura mínima registró valores comprendidos dentro de su variabilidad normal. **Mapa 2.**

En la selva, en gran parte de ella la temperatura mínima registró valores cercanos a sus promedios climatológicos, excepto en Contamana (Loreto) que presentó la anomalía negativa de -2,4°C y en Puerto Maldonado (Madre de Dios) la anomalía positiva de 2,2°C



**Mapa 2. Anomalía de la Temperatura Mínima (°C) octubre 2004**

## 3.2 Precipitación Mensual

A lo largo de la costa, según sus patrones climatológicos, las lluvias se presentaron dentro de su variabilidad, pero en el departamento de Lambayeque ( Lambayeque, Reque) se presentaron anomalías positivas en promedio hasta de un 200% sobre su patrón climatológico y en la zona costera de Arequipa se registraron anomalías negativas (-100%) teniendo deficiencia de lluvias para este mes.

La sierra Norte y Central, se caracterizaron por la presencia de lluvias; en forma muy localizada se presentaron anomalías positivas desde 100% hasta 400% en :

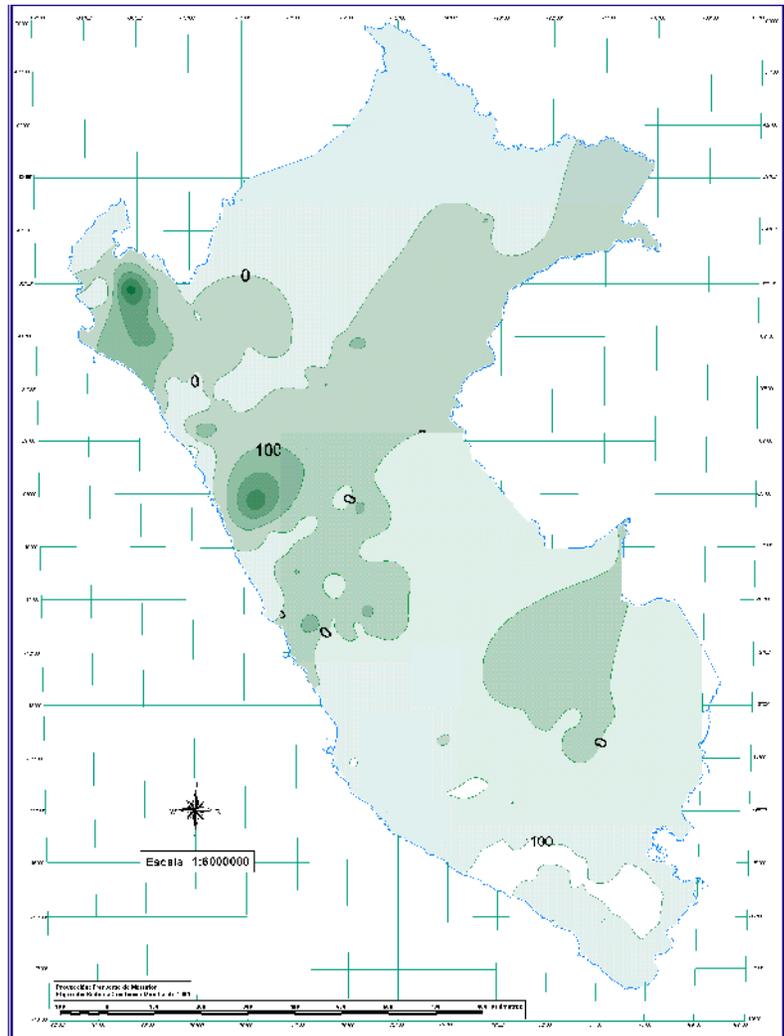
Piura ( Chulucanas y Morropon ) , Lambayeque ( Olmos ) , Cajamarca ( Sinsicap y Sayapullo), Ancash (Yungay) , Lima ( Cajatambo y Canta ) .

La sierra Sur , presentó anomalías negativas hasta del 100% en el departamento de Tacna , Moquegua ,partes altas de Arequipa y Puno.

Las precipitaciones fueron deficitarias en el departamento de Arequipa y la zona de Puno.

En algunas localidades de la selva , las lluvias se presentaron dentro de su variabilidad , pero parte de la selva norte presentaron anomalías positivas del 100% ( Pelejo) y parte de la selva central y sur se presentaron las máximas precipitaciones con anomalías positivas que alcanzaron hasta un 100% sobre su normal climatologica. **Mapa 3.**

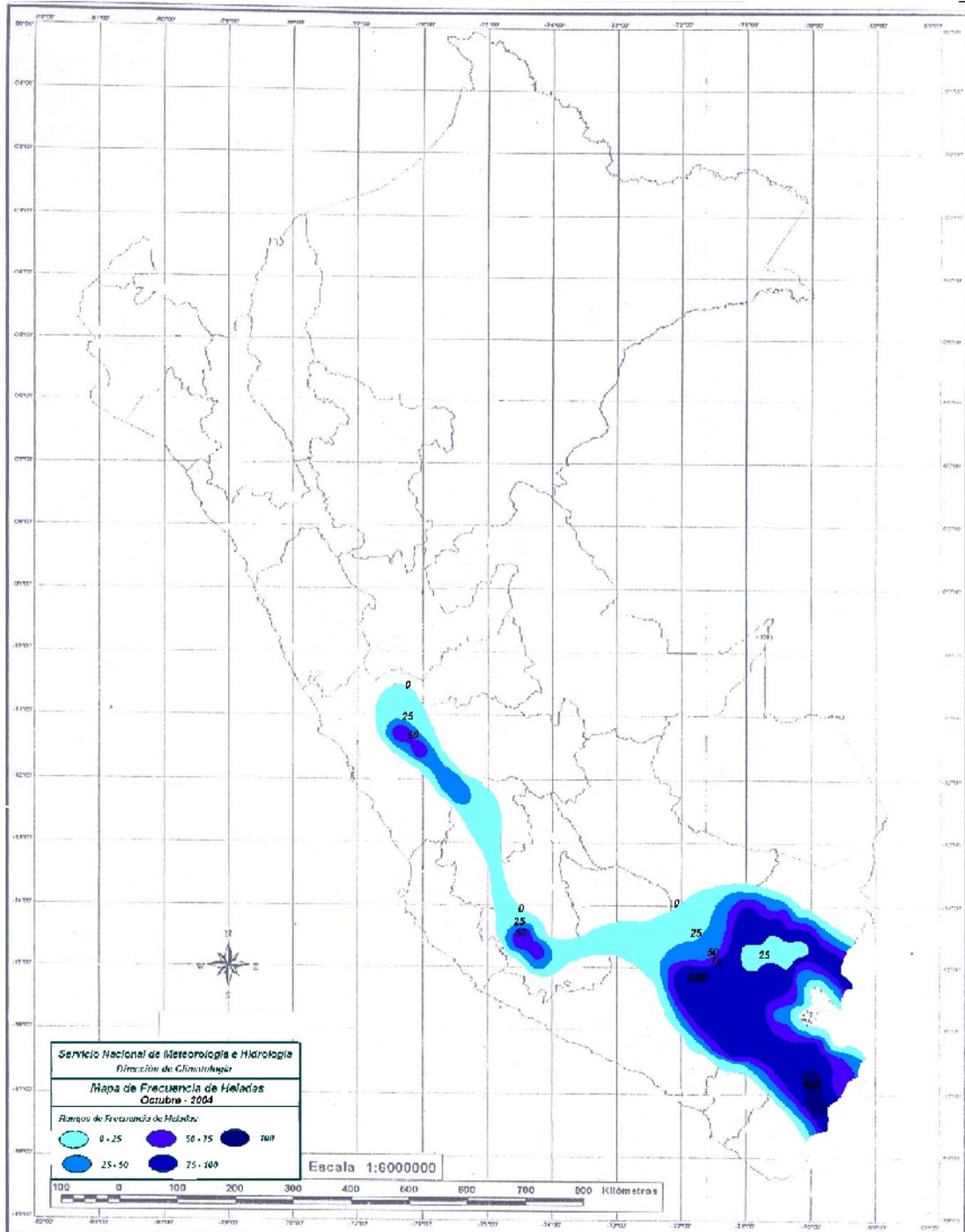
**Mapa 5. Anomalía de la precipitación (%) octubre 2004**



## Heladas Meteorológicas

heladas meteorológicas, con respecto al mes anterior, mostraron casi la misma distribución espacial, sin embargo, se observó una disminución de días con presencia de heladas, asimismo en su intensidad. **Mapa 4.**

**Mapa 4. Frecuencia de Heladas Meteorológicas**



#### 4. PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS

##### CONDICIONES METEOROLÓGICAS PREVISTAS

**Costa norte**, en el transcurso de la primera quincena se prevé cielo nublado parcial por la ocurrencia de "trasvase" principalmente en zonas al norte de la región. Asimismo, cielo nublado con brillo solar a nubes dispersas para el resto de la región. En la segunda quincena, se presentarán condiciones de tiempo más cálido con presencia de cielo mayormente con nubes dispersas.

**Costa central**, durante la primera quincena del mes, se prevé que se alternen condiciones de cielo nublado en la mañana a nublado con brillo solar y nubes dispersas al mediodía y la tarde. Asimismo, se presentarán ráfagas de viento hasta de 35 Km./h (viento Paracas) en el departamento de Ica. En la segunda quincena se presentarán días con mayor frecuencia de cielo nublado con brillo solar y nubes dispersas.

**Costa sur**, en esta región no se diferenciarán las condiciones del tiempo a las del mes de octubre, es decir, cielo nublado con brillo solar en la mañana variando a nubes dispersas y despejado al mediodía, excepto en que se irán incrementando las temperaturas máximas del aire que en promedio llegaran a los 27°C

**Sierra norte**, durante la primera quincena, se presentará cielos parcialmente nublados en el día. Por la tarde y noche se prevé la ocurrencia de lluvia y chubascos aislados en Cajamarca y de manera localizada en zonas altas de Piura. Para la segunda quincena, es probable que se presenten lluvias localizadas al centro y este de la región. También, prevalecerán las condiciones de cielo parcialmente nublado y nubes dispersas sobre la mayor parte de la región..

**Sierra central**, en la primera quincena se prevé condiciones de cielo mayormente nublado y lluvias en horas de la tarde y noche principalmente en las zonas altas de la cordillera y de los valles interandinos., no se descarta la ocurrencia de precipitaciones sólidas (Granizo) en forma localizada en zonas altas de la cordillera. La segunda quincena se caracterizará por presentar cielo nublado a nublado parcial en el día y lluvias aisladas en ambas márgenes de la cordillera de los Andes por la noche.

**Sierra sur**, en la primera quincena las mayores precipitaciones pluviales se registrarán en zonas altas de la cordillera y de la vertiente oriental. Mientras, que en la vertiente occidental se alternarán las condiciones de cielo con nubes dispersas y nublado con brillo solar. En el transcurso de la segunda quincena, predominará la ocurrencia de cielo con nubes dispersas y despejado en la vertiente occidental y nublado con brillo solar a nubes dispersas en la oriental con lluvia aislada.

**Selva norte** se presentarán cielos mayormente nublados acompañados de lluvias dispersas y chubascos de moderada a fuerte intensidad.

**Selva central y sur**, durante la primera quincena esta región será afectada por la incursión de una dorsal (cuña) de un sistema anticiclónico migratorio con características de aire frío y seco, que incentivará la ocurrencia de lluvias aisladas de moderada a fuerte intensidad principalmente en selva alta. En la segunda quincena se presentarán condiciones más estables a diferencia de la primera quincena, es decir, cielo nublado parcial y lluvia aislada así como, chubascos localizados.

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

La distribución de los recursos hídricos en el territorio nacional es muy irregular, así tenemos que el recurso es abundante en la vertiente amazónica (98,6% del recurso hídrico) y escaso en la vertiente del Pacífico (0,96% del recurso hídrico) donde se encuentra asentada aproximadamente el 70% de la población del Perú y por lo tanto la demanda hídrica es mayor día a día, 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, consta del análisis de la precipitación, caudales y niveles de agua presentados en el mes de Octubre-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 Octubre-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.

**Tabla 1. Ambito del Monitoreo Hidrológico**

VERTIENTE DEL PACÍFICO			
	CUENCA	ESTACION HIDROLÓGICA	ESTACION METEOROLÓGICA
Zona Norte	Tumbes	H-El Tigre	El Tigre Cabo Inga
	Chira	H-Ciruelo	Pte. Internacional Ayabaca El Ciruelo
	Macará	H - Pte. Internacional	
	Piura	H - Pte. Nácara	Huamaca Chalaco
	Chancay- Lambayeque	H - Racanumi	Chancay-Baños Santa Cruz
	Crisnejas	H - Jesús Túnel	
	Jequetepeque	H - Pampalarga	Porcón Llapa 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 Huanta Pulhuay
	Chili	H- Charcani	El Frayle Cabanaconde Chivay
	Sama	H - La Tranca	

Además se han incluido gráficos sobre el comportamiento de los caudales y niveles de algunas cuencas representativas, comparando los valores registrados de lo que va el año hidrológico 2004-2005, con el año hidrológico 2003-2004 y el año normal.

Así mismo 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 una tendencia hidrológica para el mes de Noviembre del 2004.

### Metodología 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. 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.

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

## 1. VERTIENTE DEL OCEANO PACIFICO

### 1.1 Zona Norte

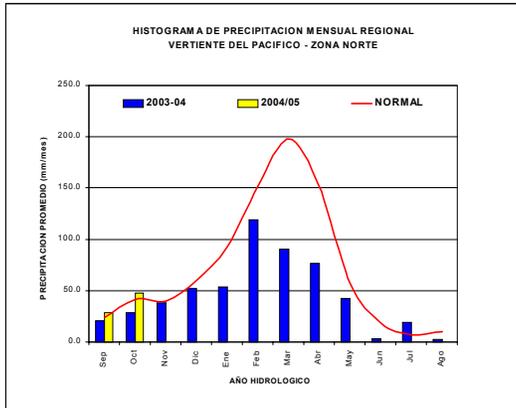
#### Cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Piura, Chancay - Lambayeque, Jequetepeque y Crisnejas

##### Análisis de precipitaciones

Para el mes de Octubre-2004, las precipitaciones a nivel regional se encuentran dentro de sus valores normales, como podemos observar en el **Gráfico 1**.

En base a las estaciones evaluadas, tal como se muestra en la **Tabla 1**, se puede observar que las precipitaciones en estas cuencas han presentado una anomalía de -100%, -18%, 202%, 10%, 4% 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**



##### Análisis de Caudales

Para el mes de Octubre-2004, los caudales de los ríos de esta zona se presentaron deficitarios, como podemos observar en la **Tabla 2** y **Gráfico 2**. Las anomalías son de -6%, -17%, -42%, -2%, -55%, -205% para las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Macará, Chancay-Lambayeque, Jequetepeque y Cajamarca, respectivamente.

Así mismo, durante el mes de Octubre-2004 el caudal del río Chancay-Lambayeque ha incrementado su caudal con respecto al mes anterior, llegando a alcanzar sus valores normales como podemos observar en el **Gráfico 3**.

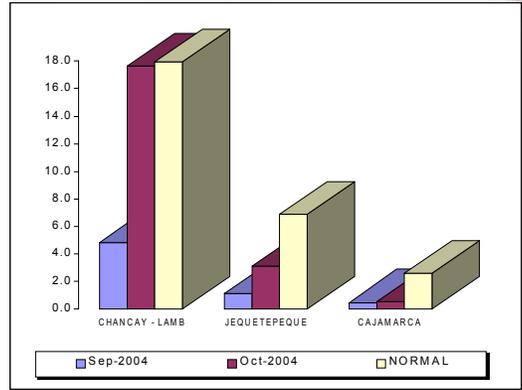
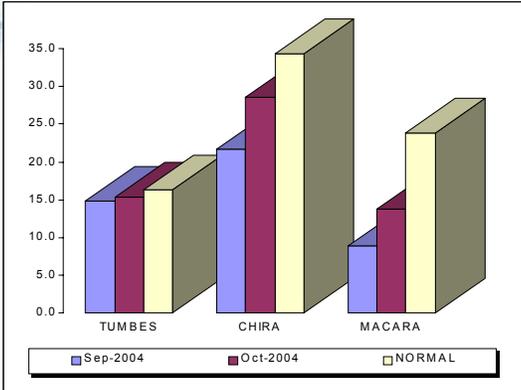
**Tabla 2. comportamiento de los caudales de los ríos de la zona norte de la vertiente del océano Pacífico (m³/s)**

RIO	Set-2004	Oct-2004			NORMAL Octubre	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
TUMBES	14,8	15,3	22,1	12,6	16,3	-6%
CHIRA	21,7	28,5	96,0	9,6	34,3	-17%
MACARA	8,9	13,7	40,7	2,0	23,8	-42%
CHANCAY - LAMB	4,8	17,7	40,0	7,1	18,0	-2%
JEQUETEPEQUE	1,1	3,1	24,1	0,0	6,9	-55%
CAJAMARCA	0,47	0,50	0,68	0,44	2,55	-205%

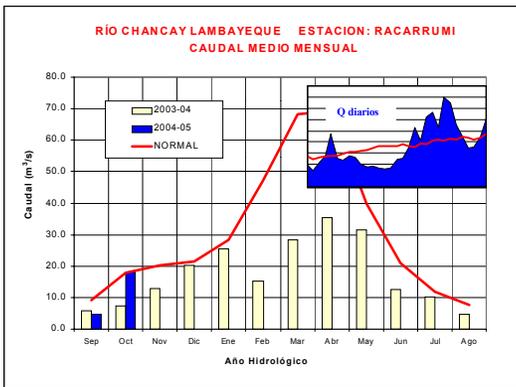
**Tabla 1. Precipitación mensual por cuencas en la zona norte de la vertiente del Pacífico (m³/s)**

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Set-04	Oct-04	Normal	Anomalia
TUMBES	1,0	0,0	9,6	-100%
CHIRA	50,3	48,5	59,5	-18%
PIURA	49,9	106,1	35,2	202%
CHANCAY-LAMB	72,9	162,9	147,8	10%
JEQUETEPEQUE	166,4	253,7	243,0	4%

**Gráfico 2. Caudales Medios Mensuales de la Vertiente del Pacífico Zona Norte por Cuenca**



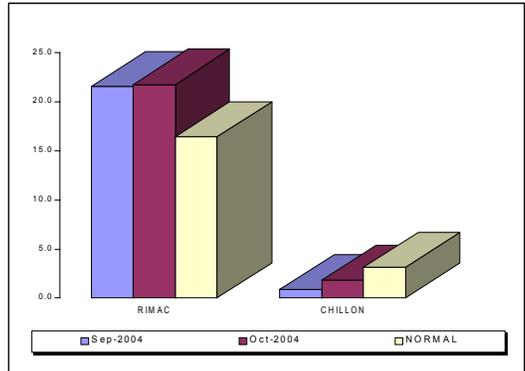
**Gráfico 3. Caudal medio mensual del año hidrológico 2003-2004, año promedio o normal y año seco promedio del río Chancay-Lambayeque**



**Tabla 3. Comportamiento de los caudales de los ríos de la zona central de la vertiente del océano Pacífico (m<sup>3</sup>/s)**

RIO	Set-2004	Oct-2004			NORMAL	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.	Octubre	
RIMAC	21,5	21,7	23,9	20,2	16,4	32%
CHILLON	0,88	1,83	7,99	0,90	3,12	-41%

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



## 1.2 Zona Centro

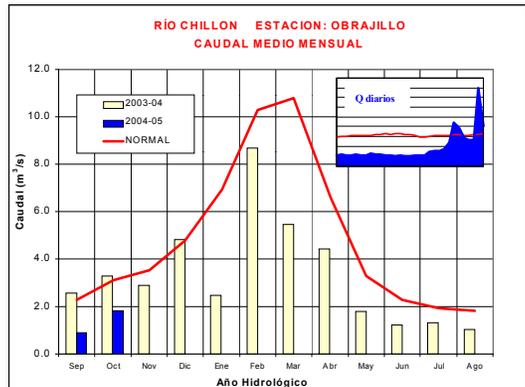
### Cuenca de los ríos Rímac, Chillón y Huaura

#### Análisis de caudales

El régimen de caudales del río Chillón, se presentan deficitarios con respecto a su normal. El caudal del río Rímac presenta un superávit, esta situación se debe al sistema de regulación que posee la cuenca, como podemos observar en la **Tabla 3** y **Gráfico 4**, los ríos Rímac y Chillón presentan anomalías de 32% y -41%

Así mismo, como podemos observar en el **Gráfico 5** los caudales del río Chillón durante el mes de Octubre ha incrementado su caudal con respecto al mes anterior, sin embargo continua presentando caudales deficitarios.

**Gráfico 5. Caudal medio mensual del año hidrológico 2004-2005, 2003-04 y año promedio del río Chillón- Histograma Caudales medios diarios**



## 1.3 Zona Sur

## Análisis de Caudales

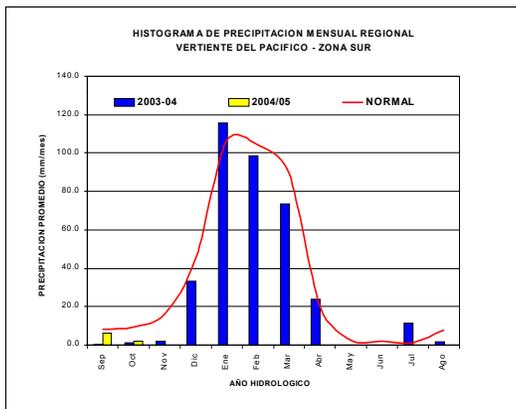
### Cuencas de los ríos Pisco, Ica, Chili, Camaná-Majes

#### Análisis de precipitación

Para el mes de Octubre-2004 se han presentado pocas 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 la **Tabla 4**, las anomalías de precipitación son de -54% y -58% 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 4. Precipitación Mensual de la Zona Sur de la Vertiente del Pacífico zona por cuencas**

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Set-04	Oct-04	Normal	Anomalia
CAMANA - MAJES	9,4	4,1	8,9	-54%
CHILI	0,7	4,1	9,7	-58%

El caudal medio del río Camaná-Majes del mes de Octubre 2004 mantiene su caudal estable, registrándose una anomalía de 16% con respecto a su normal. En cuanto al río Chili, este presentó una anomalía de 34% y su caudal se mantuvo estable con respecto al mes anterior, producto del manejo del sistema regulado.

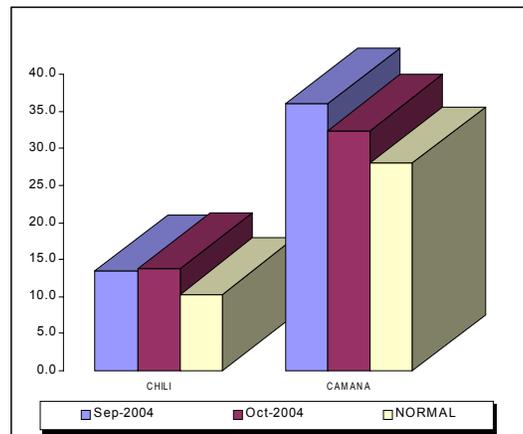
En la **Tabla 5 y Gráfico 7** se presenta el resumen del comportamiento de los caudales medios mensuales del mes anterior, el mes actual y su promedio histórico, en las estaciones hidrológicas Huatiapa y Charcani correspondientes a los ríos Camaná - Majes y Chili.

Como podemos observar en el **Gráfico 8**, durante el mes de Octubre-2004 el río Camaná-Majes ha disminuido su caudal con respecto al mes anterior, presentando caudales mayores a su normal.

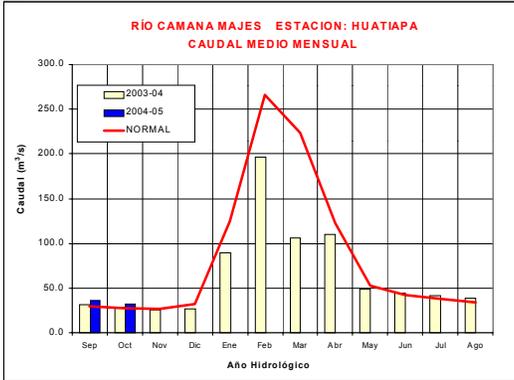
**Tabla 5. Comportamiento de los caudales de los ríos de la zona sur de la vertiente del océano Pacífico (m³/s)**

RIO	Set-2004	Oct-2004			NORMAL	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.	Octubre	
CHILI	13,5	13,8	-	-	10,3	34%
CAMANA MAJES	35,99	32,44	37,76	31,21	28,06	16%

**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**



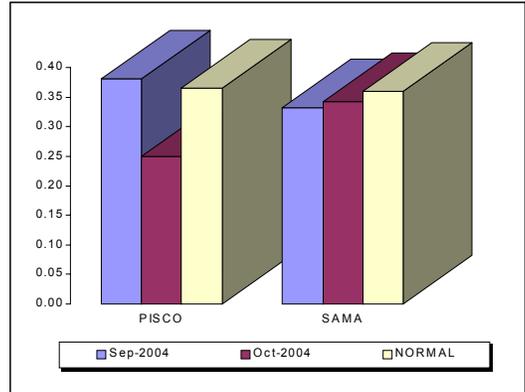
### Análisis de Niveles

Los ríos Pisco y Sama han presentado niveles dentro de sus valores normales. Ver **Tabla 6 y Gráfico 9**.

**Tabla 6. Comportamiento de los niveles de los ríos de la zona Sur de la vertiente del océano Pacífico(m)**

RIO	Set-2004	Oct-2004			NORMAL	ANOMALIA metros
	Qmed	Qmed	Qmax	Qmin	Octubre	
PISCO	0,38	0,25	0,33	0,14	0,36	-0,11
SAMA	0,33	0,34	0,36	0,31	0,36	-0,02

**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 Octubre-2004 las precipitaciones se presentan deficitarias para el presente mes, tal como se muestra en el **Gráfico 10**.

Como podemos apreciar en la **Tabla 7**, la precipitación en las cuencas de los ríos Ramis, Ilave, Coata y Huancané presentaron una anomalía de -78%, -95%, -77% y -46% respectivamente.

**Tabla 7. Precipitación mensual de la vertiente del lago Titicaca por cuencas**

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Set-04	Oct-04	Normal	Anomalía
RAMIS	21,5	11,1	49,3	-78%
ILAVE	14,0	1,0	20,6	-95%
COATA	19,7	9,7	43,0	-77%
HUANCANE	19,7	26,7	49,8	-46%

#### Análisis de caudales

El comportamiento hidrológico del mes de Octubre-2004, de los principales tributarios del lago Titicaca presentaron un superávit con respecto a su normal del mes de Octubre, como se muestra en la **Tabla 8 y Gráfico 11**, siendo sus anomalías 19%, 2%, -23%, -33% respectivamente de los ríos Ilave, Ramis, Huancane y Coata, con respecto a su normal.

Como podemos apreciar en el **Gráfico 12**, el comportamiento del río Ilave durante el mes de Octubre ha incrementado su caudal, producto de la presencia de precipitaciones en esta cuenca.

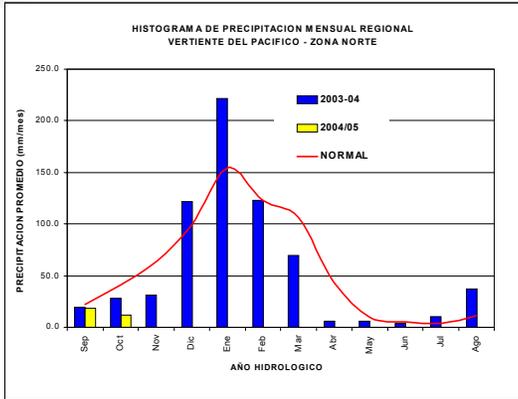
#### Análisis de Niveles del lago Titicaca

Durante el mes de Octubre 2004 el nivel del lago Titicaca ha disminuido en 0,13 m, alcanzando al 31 de Octubre la cota de 3810,16 m.s.n.m.

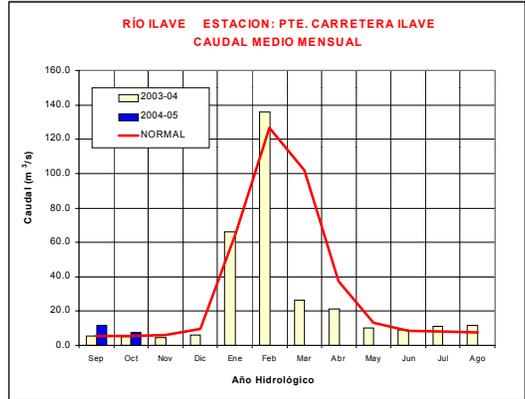
Su nivel medio mensual presento una anomalía de 0,61 m, con respecto a su normal.

En la **Tabla 9 y Gráfico 13** se resumen las fluctuaciones medias del nivel del lago durante el mes de Octubre 2004.

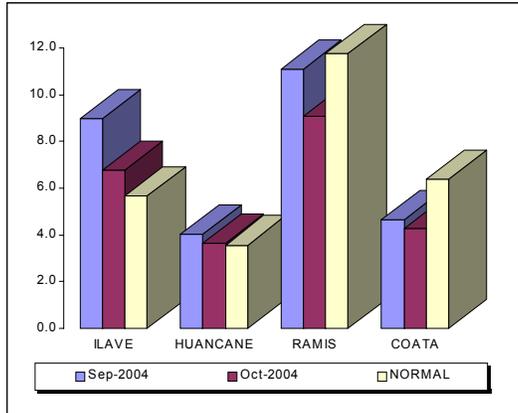
**Gráfico 10. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Lago Titicaca**



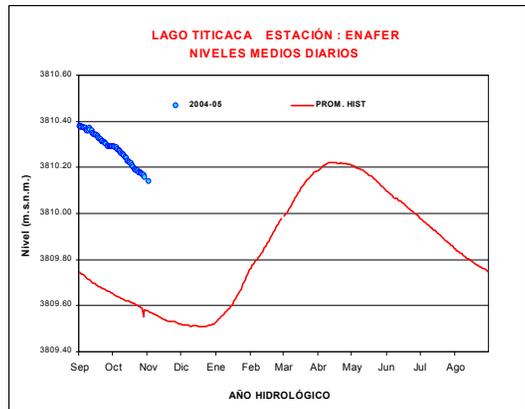
**Gráfico 12. Caudales medios mensuales del año hidrológico 2004-2005, 2003-2004 y año promedio seco y normal del río llave**



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



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



**Tabla 8. Comportamiento de los caudales de los ríos de la vertiente del lago Titicaca**

RIO	Set-2004 Qmed.	Oct-2004			NORMAL Octubre	ANOMALIA
		Qmed	Qmax.	Qmin.		
ILAVE	9,0	6,8	7,6	5,9	5,7	19%
HUANCANE	4,0	3,7	4,0	3,4	3,6	2%
RAMIS	11,1	9,1	9,6	8,5	11,8	-23%
COATA	4,6	4,3	4,6	3,7	6,4	-33%

**Tabla 9. Comportamiento de Niveles del lago Titicaca**

LAGO	Set.-2004 Nivel al 30 Set.	Oct-2004			NORMAL Octubre	ANOMALIA metros
		Nmed	Nmax.	Nmin.		
LAGO TITICACA	3810,29	3810,23	3810,29	3810,16	3809,61	0,61

## 3. VERTIENTE DEL ATLANTICO

### 3.1 Selva Norte

#### Sub Cuenca Amazonas

#### Análisis de precipitación

Las precipitaciones durante el mes de Octubre-2004, han presentado un comportamiento deficitario, tal como se puede apreciar en el **Gráfico 14**.

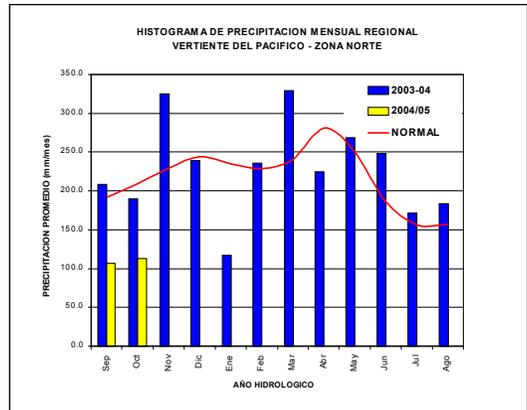
El comportamiento de la precipitación en la subcuenca Amazonas (área comprendida desde Nauta hasta su desembocadura en la frontera con el Brasil) presentó valores normales, con una anomalía de -46%, con respecto a su valor normal. Ver **Tabla 10**.

#### Análisis de niveles de agua

El comportamiento del nivel de agua de los ríos Amazonas, Nanay, Napo, Corrientes y Marañon como se muestra en la **Tabla 11, Gráfico 15** donde podemos observar que en el mes de Octubre-2004 han presentado anomalías de -0,47m; -0,16m; 1,12m; 0,63m y 2,27m respectivamente.

Como podemos apreciar en el **Gráfico 16**, el nivel del río Amazonas durante el mes de Octubre-2004 ha presentado un nivel medio mensual inferior a su normal.

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



**Tabla 10. Precipitación mensual de la zona norte de la vertiente del Atlántico**

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Set-04	Oct-04	Normal	Anomalía
AMAZONAS	192,4	113,2	209,6	-46%

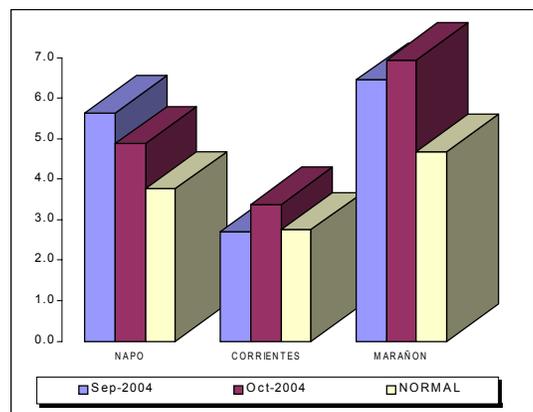
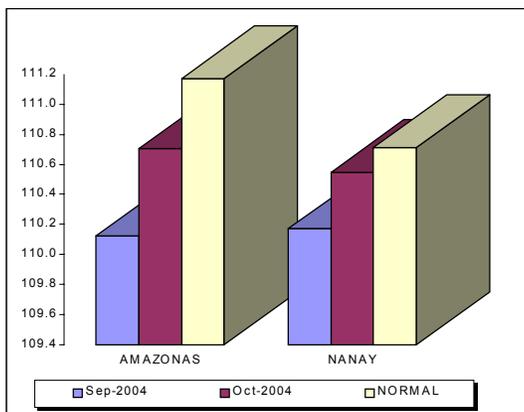
**Tabla 11. Comportamiento de los Niveles de rios de la selva norte**

RIO	Set-2004	Oct-2004			NORMAL	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
AMAZONAS*	110,1	110,70	112,30	108,88	111,17	-0,47
NANAY*	110,2	110,55	111,68	109,38	110,71	-0,16
NAPO**	5,6	4,88	5,58	4,24	3,77	1,12
CORRIENTES**	2,7	3,37	5,46	2,13	2,75	0,63
MARAÑON**	6,45	6,96	7,97	5,38	4,69	2,27

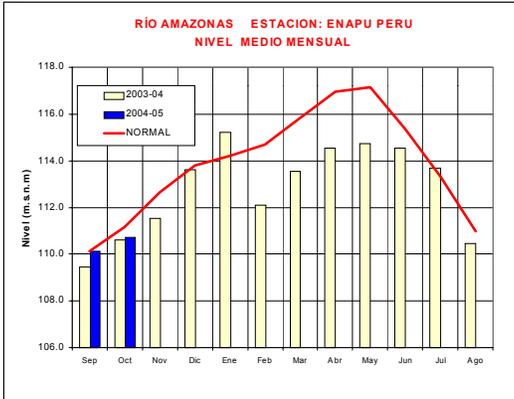
\* niveles expresados en m.s.n.m

\*\* niveles expresados en m.

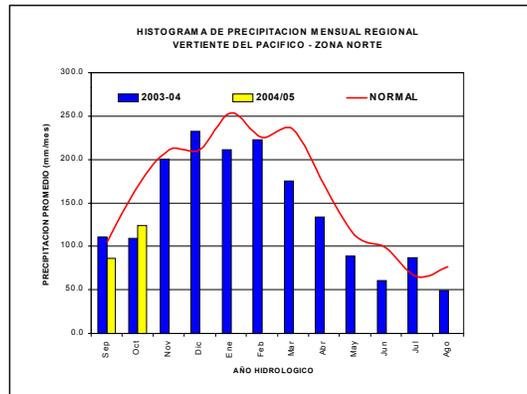
**Gráfico 15. Niveles medios mensuales de la zona norte de la vertiente del Atlántico**



**Gráfico 16. Niveles medios mensuales del año hidrológico 2004-2005, 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 Octubre del 2004 ha presentado valores deficitarios.

Durante el mes de Octubre-2004 las precipitaciones registradas sobre las cuencas de los ríos Mantaro, Ucayali y Huallaga presentaron anomalías de 34%; 7% y -29% respectivamente, como se puede observar en la **Tabla 12**.

#### Análisis de niveles de agua

Los niveles de los ríos en esta región para el mes de Octubre-2004 han presentado valores variables. Los niveles del río Aguaytía, Ucayali, Huallaga (Picota), Huallaga (Tocache) y Mantaro presentaron anomalías con respecto a su normal de -0,16m; -1,42m; 0,71m; 0,88m y -0,33m respectivamente.

Ver **Tabla 13** y **Gráfico 18**.

#### Análisis de caudales

El caudal del río Mayo durante el mes de Octubre-2004 ha incrementado con respecto al mes anterior, así mismo han presentado una anomalía de -10% respectivamente.

En la **Tabla 14** y **Gráfico 19** se presenta el comportamiento de los caudales en el mes de Octubre-2004.

El río Mayo ha incrementado su caudal con respecto al mes anterior, sin embargo aun se presenta deficitario con respecto a su normal, como podemos observar en el **Gráfico 20**.

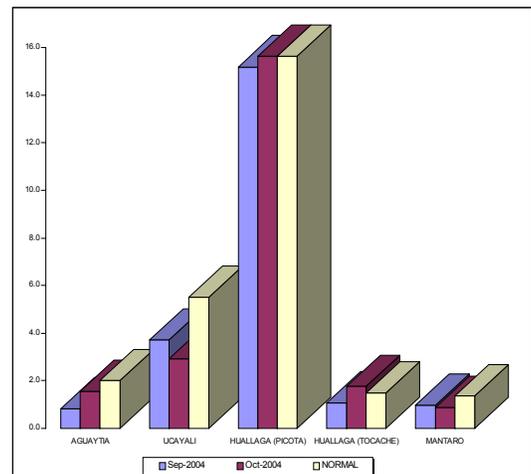
**Tabla 12. Precipitación mensual por cuencas, en la zona centro de la vertiente del atlántico**

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Set-04	Oct-04	Normal	Anomalia
MANTARO	59.3	94.9	70.6	34%
UCAYALI	137.5	261.1	243.6	7%
HUALLAGA	98.7	85.4	120.9	-29%

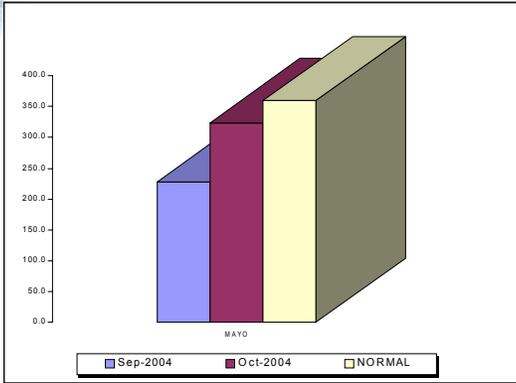
**Tabla 13. Comportamiento de los niveles de los ríos de la selva central**

RIO	Set-2004	Oct-2004			NORMAL	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed.	Qmax.	Qmin.		
AGUAYTIA	0.8	1.55	3.45	0.81	2.00	-0.45
UCAYALI	3.7	4.27	6.26	1.81	5.51	-1.24
HUALLAGA (PICOTA)	15.2	16.35	17.40	15.05	15.64	0.71
HUALLAGA (TOCACHE)	1.1	2.37	4.42	1.29	1.49	0.88
MANTARO	0.98	1.04	1.32	0.80	1.37	-0.33

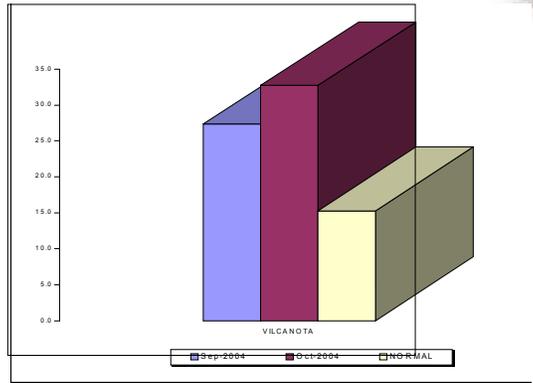
**Gráfico 18. Niveles medios mensuales de la zona centro de la Vertiente del Atlántico**



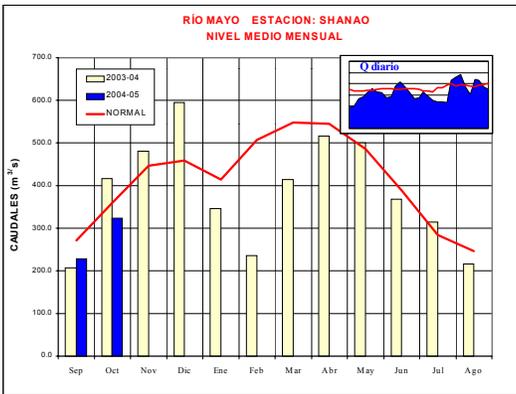
**Gráfico 19. Caudales medios mensuales de la zona centro de la Vertiente del Atlántico**



**Gráfico 21. Caudales Medios Mensuales de la Zona Sur de la Vertiente del Atlántico**



**Gráfico 20. Caudales medios mensuales del año hidrológico 2004-2005, 2003-2004 y normal del río Blavo**



**Tabla 15. precipitación mensual por cuencas en la zona sur de la vertiente del atlántico**

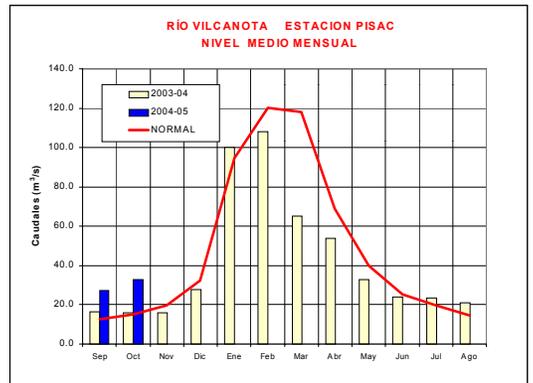
RIO	Set-2004	Oct-2004			NORMAL Octubre	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
VILCANOTA	27,3	32,74	40,35	23,94	15,28	17%

En el análisis de los caudales del río Vilcanota, se aprecia, que el valor del mes de Octubre-2004, supera a normal, así mismo ha incrementado su caudal con respecto al mes anterior.

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

RIO	Sep-2004	Octubre-2004			NORMAL Octubre	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
MAYO	228.5	324.0	485.2	187.2	359.6	-10%

**Gráfico 22. Comportamiento de los caudales de los ríos de la selva central**



### 3.3 Selva Sur

#### Cuencas del río Vilcanota

#### Análisis de caudales

En el presente mes el caudal del río Vilcanota, ha incrementado su caudal con respecto al mes anterior, así mismo ha presentado caudales superiores a su normal. Para el mes de Octubre-2004 presentó una anomalía de 17%, como podemos observar en la **Tabla 15 y Gráfico 21**.

## 4. CONCLUSIONES

- En la Vertiente del Pacífico, los principales ríos de la zona norte de esta vertiente han incrementado sus caudales con respecto al mes anterior, sin embargo presentan valores deficitarios con respecto a su normal. Las anomalías son de -6%, -17%, -42%, -2%, -55%, -205% para las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Macará, Chancay-Lambayeque, Jequetepeque y Cajamarca, respectivamente.
- Los ríos de la zona central el río Chillón incremento sus caudales pero aun presentándose deficitario, así mismo el río Rímac presentó un incremento de su caudal con respecto al mes anterior, presentando valores por encima de su valor normal, los ríos Rímac y Chillón presentan anomalías de 32% y -41%. En la zona sur los caudales de los ríos Camaná -Majes y Chili mantuvieron sus caudales estables presentando anomalías de 16% y 34% respectivamente, así mismo los niveles de los ríos Pisco y Sama presentaron ligeras variaciones en sus niveles presentando anomalías de -0,11m y 0,0 m respectivamente. Se debe tener en cuenta que el comportamiento de los caudales de los ríos Rímac, Chili y Sama se encuentra influenciados por el manejo del sistema regulado.
- En la vertiente del lago Titicaca durante el mes de Octubre-2004, los caudales de los ríos han disminuido con respecto al mes anterior, presentando valores deficitarios los ríos Ramis y Coata con anomalías de -23% y -33% respectivamente; el río Huancane presentó valores normales e llave valores de superávit presentando anomalías de 2% y 19% respectivamente.
- El nivel del lago Titicaca durante el mes de Octubre ha disminuido en 13 centímetros y al 30 de Octubre ha alcanzando la cota 3810,16 m.s.n.m
- En la vertiente del Atlántico, en la zona Norte principalmente los ríos han incrementado sus niveles con respecto al mes anterior. Los ríos Amazonas, Nanay, Napo, Corrientes y Marañon mes de Octubre-2004 han presentado anomalías con respecto a su normal de -0,47m; -0,16m; 1,12m; 0,63m y 2,27m respectivamente. Para la zona Central los principales ríos han presentado un comportamiento deficitario en sus niveles a excepción del río Huallaga en sus dos estaciones Picota y Tocache. Los niveles del río Aguaytía, Ucayali, Huallaga (Picota), Huallaga (Tocache) y Mantaro presentaron anomalías con respecto a su normal de -0,45m; -1,42m; 0,71m; 0,88m y -0,33m respectivamente. El río Mayo han incrementado su caudal con respecto al mes anterior, sin embargo se presenta deficitario con respecto a su normal presentando una anomalía de -10%. Para la zona Sur, los niveles y caudales del río Vilcanota ha tenido un comportamiento superior a su normal, así mismo ha incrementado su caudal, con respecto al mes anterior, presentando una anomalía de 17%.

## 5. TENDENCIA HIDROLOGICA PARA NOVIEMBRE 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 Noviembre del 2004.

Para la vertiente del Pacífico existe una alta probabilidad que para el mes de Noviembre del 2004 según el pronóstico de precipitaciones; los caudales y niveles de los principales ríos de las cuencas hidrográficas del Pacífico presente un comportamiento deficitario en relación a su normal o promedio histórico.

Para la vertiente del lago Titicaca se prevé con una alta probabilidad de que los ríos de esta vertiente presenten caudales y niveles cercanos a sus valores normales a deficitarios, así mismo los niveles del lago Titicaca seguirán descendiendo, comportamiento estacional característico de los niveles del lago.

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

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

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

En región de la costa, las condiciones térmicas nocturnas y diurnas permanecieron normales; excepto en algunos lugares, La Capilla, Morropón, Cayaltí, Talla y La Yarada, estuvieron ligeramente cálidos, durante las noches con temperaturas mínimas superiores a su normal en 2,0; 1,8; 1,4; 1,4; y 1,3°C, y durante el día en Cayaltí, La Haciendita, San Miguel, La Yarada con temperaturas máximas superiores a su normal en 3,0; 2,1; 1,4; y 1,2°C. Precipitaciones aisladas, acentuada en la tercera década, siendo notorio en los departamentos de Piura (Morropón 8,2 mm, Chulucanas 6,4 mm, Mallares 1,3 mm, La Esperanza 1,0 mm y Miraflores 0,7 mm) y Lambayeque (Olmos 10,3 mm, Tinajones 6,9 mm, Reque 5,7 mm, Cayaltí 3,4 mm, y Lambayeque 2,2 mm).

En la costa norte, las condiciones térmicas ligeramente más cálidas (anomalías positivas), en particular la temperatura nocturna, durante las dos primeras década de octubre favorecieron la floración y formación de órganos reproductivos en los escasos campos de arroz y maíz instalados durante la campaña chica. Esta situación también favoreció la floración de los algarrobos y otros arbustos en el bosque seco norteño; se mantiene la deficiencia hídrica en los reservorios que limita el crecimiento de los cultivos instalados; el nivel de almacenamiento en los reservorios de la costa norte continuaron siendo deficientes para iniciar la campaña agrícola 2004-2005; aunque eventualmente el aumento de las lluvias reflejan un mayor aporte hacia los reservorios, situación observada a fines de mes. En la costa central, las condiciones térmicas nocturnas ligeramente cálidas que se presentaron en la primera década del mes favorecieron el crecimiento vegetativo del algodónero Tangüis y la formación del amento en la vid. En la costa sur, las condiciones térmicas dentro de su normalidad contribuyeron favorablemente en el desarrollo de botones florales y fructificación en el olivo, y la calidad de la maduración en la vid y el palto.

La región de la sierra presentó condiciones térmicas nocturnas entre normal y menos frías de lo normal (temperaturas mínimas superiores a su normal entre 1,1 a 3,1°C); excepto algunos lugares localizados de la sierra sur mostraron noches más frías de lo normal, como Carumas, Lagunillas, Chiguata, Tarata, Curahuasi, Mazocruz, Colca, Huancané, Crucero Alto, Cotahuasi y Taraco con temperaturas mínimas inferiores a su normal en 2,7; 2,6; 2,5; 2,1; 1,7; 1,5; 1,4; 1,4; 1,3; 1,3 y 1,2°C. Las condiciones diurnas fueron normales; excepto Curahuasi, La Oroya, Magdalena, Jacas Chico, Jauja, Contumaza, Chota, Cutervo, Cerro de Pasco, Chancay y Baños, Salpo, Cabanaconde y Llapa presentaron días ligeramente fríos con temperaturas máximas inferiores a su normal en 3,1; 2,5; 2,0; 1,9; 1,8; 1,6; 1,5; 1,4; 1,4; 1,3; 1,2; y 1,1°C. Heladas de intensidad normal en las zonas mayores a 3800 msnm de la sierra central (Pasco,

La Oroya y Laive) y sur (Sibayo, Imata, Chivay, Angostura), y de intensidad más altas de lo normal en Altiplano.

En la mayor parte persistieron las lluvias, en el rango de sus normales; excepto en el departamento de Huancavelica, algunos lugares del departamento Junín (San Juan de Jarpa y Jauja), y en la sierra sur occidental (Moquegua, Tacna y Arequipa) fueron inferiores a su normal entre 30 a 100%. Condicionaron en la mayor parte suelos en deficiencia extrema a ligera de humedad ( $I_p=0,0$  a 0,7); excepto, por su intensidad, Chota, Cutervo, y Granja Porcón determinaron exceso ligero ( $I_p=1,3$  a 1,8); Recuay, Carpish, Cerro de Pasco, y Huasahuasi humedad adecuada ( $I_p=0,8$  a 1,1), Jacas Chico exceso ligero ( $I_p=1,7$ ), y en Carpish exceso extremo ( $I_p=3,6$ ).

En la sierra norte mejoró la disponibilidad de humedad en los suelos a partir de la segunda década, observándose niveles adecuados. Ello contribuyó el inicio de la preparación de los campos y en muchos casos el avance de siembra de cultivos de papa y maíz para la campaña agrícola 2004/2005. Las lluvias han permitido incrementar paulatinamente el contenido hídrico de los suelos, tal es el caso de los departamentos de Cajamarca (sierra oriental), La Libertad (Huamachuco) y la sierra piurana (Huancabamba). En la sierra central la mejor concentración de humedad estuvo presente por el lado del Callejón de Huaylas en Ancash y el departamento de Huánuco, y en menor intensidad sobre el valle de Mantaro; estas condiciones aunadas a la temperatura favorecieron el crecimiento del maíz, habas, entre otros cultivos en sus estadios iniciales. Un evento extremo agrometeorológico asociado con la caída de nevadas afectó localmente campos de forraje, habas, maíz cultivados bajo riego en el valle de Mantaro. En la sierra sur la deficiencia de humedad en los suelos se agudizó en la tercera década sometiendo a condiciones de estrés a los cultivos instalados y, de continuar la escasa humedad atmosférica, se espera que los cultivos en crecimiento sean afectados por bajas temperaturas y heladas.

La región de la selva presentó condiciones térmicas nocturnas y diurnas entre normal y más cálidas de lo normal (temperaturas mínimas superiores a su normal entre 1,1 a 2,7°C y máximas, entre 1,0 a 1,8°C); excepto Oxapampa, Tournavista, y San Alejandro presentaron periodos diurnos menos cálidos de lo normal con temperaturas máximas inferiores a su normal en 1,8; 1,8 y 1,4°C. Las lluvias variaron entre normal y superiores a su normal entre 31 a 101%; excepto Mazán, San Roque, Saposoa, Tabalosos, Tournavista, Palmeras y Pozuzo fueron inferiores a su normal en promedio 32%. Estas lluvias condicionaron en la mayor parte de la selva nor-

te suelos con humedad en deficiencia ligera a adecuada ( $I_p=0,5$  a  $1,2$ ) y en la selva central humedad adecuada a exceso ligero ( $I_p=0,8$  a  $2,2$ ); excepto por su intensidad en La Divisoria, Aguaytía y Quincemil determinaron exceso extremo ( $I_p=2,9$  a  $5,5$ ).

En la selva norte, las lluvias incrementaron la humedad del suelo a niveles adecuados, en general; favoreciendo el crecimiento de arroz instalado en los valles de Bagua, Jaén y San Ignacio y el departamento de San Martín, no obstante la escasez de humedad en la década pasada adelantaron la cosecha y maduración de los campos de arroz. En la selva central, las condiciones de humedad en la segunda década alcanzaron niveles excesivos para el medio saturando los suelos y propiciando eventuales impactos de enfermedades; esta situación extrema en los valles de Satipo y Pichanaki puede haber incentivado la activación de la antracnosis u hongo que afecta a los cítricos de la zona. En la selva sur, las deficiencias de humedad se manifestaron a inicios y fines de mes, excepto en la segunda década donde el ligero exceso de humedad permitió mejorar el estado del cultivo de café en sus estadios de floración y fructificación.

A continuación se analiza las condiciones agrometeorológicas durante el mes de octubre de 2004, basado en la información de las **Tablas 1; 2 y 3 y Mapas 1; 2; 3; 4 y 5.**

## COSTA NORTE

Promedio de temperatura mínima de  $17,3^{\circ}\text{C}$  y máxima de  $28,7^{\circ}\text{C}$ , determinaron temperaturas nocturnas de  $21^{\circ}\text{C}$  y temperaturas diurnas de  $25^{\circ}\text{C}$ . En la mayor parte de esta región, las condiciones térmicas nocturnas y diurnas permanecieron normales; excepto en algunos lugares, Morropón, Cayaltí y Talla, estuvieron ligeramente cálidas, durante las noches con temperaturas mínimas superiores a su normal en  $1,8$ ;  $1,4$ ; y  $1,4^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, y durante el día San Miguel con temperatura máxima superior a su normal en  $1,4^{\circ}\text{C}$ . Precipitaciones aisladas, acentuada en la tercera década, siendo notorio en los departamentos de Piura (Morropón  $8,2$  mm, Chulucanas  $6,4$  mm, Mallares  $1,3$  mm, La Esperanza  $1,0$  mm y Miraflores  $0,7$  mm) y Lambayeque (Olmos  $10,3$  mm, Tinajones  $6,9$  mm, Reque  $5,7$  mm, Cayaltí  $3,4$  mm, y Lambayeque  $2,2$  mm). La demanda hídrica del medio es  $4,4$  mm/día.

En el valle de Tumbes, los campos de arroz, favorecidos por la temperatura alcanzaron el estado de floración, con cierta restricción hídrica que sitúa en riesgo el normal desarrollo del cultivo (La Cruz). En el valle del Chira, las condiciones térmicas diurnas y nocturnas mejoraron el estado de los algarrobos (La Esperanza) que avanzan en su estado de fructificación; del mismo modo las condiciones térmicas normales favorecieron el inicio de la maduración de los frutos del algarrobo en Mallares (valle del Chira). En el Bajo Piura (San Miguel) y Alto Piura (Chulucanas) las condiciones térmicas diurnas ligeramente cálidas y nocturnas normales continúan favoreciendo el crecimiento del maíz, la fructificación del

mango y cosecha del limón. En el valle de Motupe, las condiciones térmicas diurnas y nocturnas dentro de lo normal favorecieron la fructificación del mango, limonero, palto y naranjo. En el valle de Tinajones, las noches ligeramente frías disminuyeron en intensidad, sin embargo favorecieron el crecimiento, la síntesis y acumulación de sacarosa en la caña de azúcar. En los valles de La Leche (Puchaca) y Zaña (Oyotún) los sembríos de arroz se hallaron en floración en estado regular por la escasa disponibilidad de agua para riego. El nivel de almacenamiento de los reservorios en la costa norte continuaron siendo críticos, persistiendo los problemas para el inicio de la campaña agrícola 2004/2005, observándose hasta el 31 de octubre en Poechos  $166,8$  MMC y Tinajones  $58,8$  MMC, estos volúmenes representaron el  $17$  y  $19\%$  de su capacidad máxima de almacenamiento, respectivamente, sin embargo al menos en Tinajones se observa un incremento ligero, aunque ello no garantice aún el inicio de la campaña agrícola.

## COSTA CENTRAL

Temperatura mínima de  $13,4^{\circ}\text{C}$  y máxima de  $26,4^{\circ}\text{C}$ , establecieron temperatura nocturna de  $17,7^{\circ}\text{C}$  y diurna de  $22,0^{\circ}\text{C}$ . Las condiciones térmicas nocturnas y diurnas persistieron normales; excepto Cañete y Ocucaje (sólo en la noche) presentaron tendencia ligeramente fría y La Capilla ligeramente cálida. Las mayores amplitudes y las extremas temperaturas ocurrieron en los valles, ubicados al sur del departamento de Ica, Ocucaje y Copará con extrema mínima de  $5,4^{\circ}\text{C}$  y  $8,6^{\circ}\text{C}$ , y con extrema máxima de  $34,1^{\circ}\text{C}$  y  $33,6^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Llovizna ligera, un día en la segunda década en Cañete  $1,0$ mm. La demanda hídrica del medio es  $4,9$  mm/día.

En los valles de Casma (Buenavista) y Huarmey, las condiciones térmicas normales favorecieron la fructificación del ciruelo y el mango, el maíz amarillo duro se halló generalmente en maduración lechosa y pastosa (Huarmey). En el valle de Huaura, las condiciones térmicas normales continuaron siendo favorables durante el crecimiento vegetativo de la caña de azúcar y maíz amarillo duro, papa en plena maduración; y continuó la cosecha en la fresa (Alcantarilla). En el valle de Cañete, las condiciones térmicas favorecieron al cultivo del algodón que se hallaron en diferentes estados de crecimiento vegetativo, asimismo estas condiciones vienen favoreciendo al cultivo de vid que se halló en sus diferentes fases fenológicas, desde la plena aparición del amento, floración y algunas plantaciones en inicio de fructificación, encontrándose estas plantaciones en las zonas altas y más alejadas del litoral (Nuevo imperial). Por otro lado, la alta evapotranspiración en la zona, requiere en el algodón realizar riegos ligeros y controlados para evitar la creación de microclimas que favorezcan la incidencia de plagas y enfermedades fungosas (Pacarán). En el valle de Mala, las condiciones térmicas ligeramente cálidas continuaron favoreciendo la fructificación del manzano y en algunos lugares vienen propiciando la proliferación de plagas (La Capilla). En los valles de Chíncha (Fonagro), Pisco (Bernales) e Ica (San Camilo, Tacama), las condiciones térmicas normales fa-



vorecieron el crecimiento vegetativo del algodónero Tangüis y aparición del amento en la vid.

## **COSTA SUR**

Temperatura mínima 12,9°C y máxima de 25,4°C, consecuentemente temperatura nocturna de 16,8°C y diurna de 20,6°C, caracterizaron la permanencia de condiciones térmicas nocturnas y diurnas normales; excepto, durante las noches, en Camaná y La Yarada presentaron condiciones térmicas ligeramente cálidas con temperaturas mínimas superiores a su normal en 1,2 y 1,3°C, asimismo, durante el día en La Haciendita y La Yarada fueron ligeramente cálidas con temperaturas máximas superiores a su normal en 2,1 y 1,2°C, respectivamente. Las temperaturas mínimas extremas ocurrieron en Aplao, La Joya, Locumba, Majes, Moquegua y Calana oscilando entre 5,5 a 7,5°C. Ausencia de lloviznas. La demanda hídrica promedio fue 4,1 mm/día.

En el valle de Camaná, las condiciones térmicas nocturnas ligeramente cálidas y buena disponibilidad hídrica en los suelos favorecieron la instalación de cultivos transitorios en la zona. En el valle de Majes, se presentaron condiciones diurnas ligeramente cálidas y nocturnas normales favoreciendo la maduración del trigo y formación de la plántula en los sembríos de arroz (Aplao); en algunos lugares se presentaron condiciones diurnas ligeramente frías y nocturnas normales favoreciendo la formación de flores en el cultivo de papa, y crecimiento vegetativo de la alfalfa (Pampa de Majes). En los valles de La Joya y el Tambo (Pampa Blanca), se presentaron condiciones térmicas nocturnas y diurnas normales, continuaron favoreciendo el crecimiento vegetativo de la caña de azúcar y maíz amarillo en sus diferentes fases fenológicas. En el valle de Ilo, las condiciones térmicas normales favorecieron la aparición de botones florales en el olivo. En el valle de Moquegua, las condiciones térmicas diurnas y nocturnas normales favorecieron la fructificación y cosecha de la vid y el palto. En el Bajo Caplina se presentaron condiciones térmicas ligeramente cálidas favoreciendo la emergencia del ají Páprika y fructificación del olivo sevillano (La Yarada). En Alto Caplina las condiciones térmicas normales favorecieron la aparición del amento en la vid, floración del durazno y botones florales en el pero (Calana).

## **SIERRA NORTE**

El promedio de la temperatura mínima osciló en 10,4°C y la máxima en 20,7°C, determinando temperaturas nocturnas de 13,7°C y diurnas de 17,4°C; caracterizando, condiciones térmicas nocturnas entre normal y menos frías de lo normal (temperaturas mínimas superiores a su normal entre 1,2 a 2,7°C). Las condiciones diurnas fueron normales; excepto Magdalena, Contumaza, Chota, Cutervo, Chancay y Baños, Salpo, y Llapa presentaron días menos cálidos de lo normal con temperaturas máximas inferiores a su normal en 2,0; 1,8; 1,6; 1,5; 1,4; 1,3; 1,1°C. Ausencia de heladas. Las lluvias se presentaron en el rango de su normal (9,0 a 214 mm/

mes); excepto Huancabamba, Huarmaca, Chota, Cutervo fueron superiores a su normal en 7,7; 4,6; 4,9; y 6,5%. Condicionando en la mayor parte suelos con deficiencia ligera de humedad ( $I_p=0,5$  a 1,0); excepto, por su intensidad, algunos lugares (Santo Domingo, Ayabaca, Contumaza, Magdalena y San Pablo) determinaron deficiencia extrema ( $I_p=0,1$  a 0,3) y otros (Chota, Cutervo, y Granja Porcón) exceso ligero ( $I_p=1,3$  a 1,8).

Los niveles de humedad en la sierra piurana de Ayabaca, Huancabamba y Huarmaca empezaron extremadamente deficientes en la primera década, mejorando en la segunda y tercera década, sin embargo este incremento no es suficiente para empezar la campaña agrícola en la zona, aunque algunos lugares se ha iniciado la preparación de terrenos para el inicio de siembra del cultivo de papa (Huancabamba). La sierra del departamento de Cajamarca fue el más beneficiado con las lluvias, pues éstas ayudaron a mejorar grandemente la disponibilidad de humedad en los suelos y con ello favorecer el avance de la siembra y el crecimiento de los cultivos instalados, especialmente para los sembríos de maíz amiláceo. En algunas localidades de Cajamarca (Chota, Cutervo, Granja Porcón) se presentaron excesos ligeros de humedad. En general el sector oriental cajamarquino (Chota, Cutervo, Bambamarca; Porcón, Celendín, Namora, Jesús, San Marcos y Cajabamba) presentó niveles adecuados de humedad en el suelo, sobre todo en las dos últimas décadas; por el sector occidental de este departamento (Niepos, Santa Cruz, Chancay Baños, Asunción, San Juan, Contumaza, San Miguel, Llapa, San Pablo), sobre las cabeceras de los valles que suministran agua hacia la costa norte, la humedad disponible se ha mantenido con deficiencia ligera en todo el mes con una leve tendencia favorable, situación que se refleja con las siembras de maíz en San Miguel y Llapa. En la sierra de La Libertad (Salpo, Huamachuco) los niveles de humedad mejoraron a lo largo del mes y culminaron con cantidades adecuadas (Salpo) y ligeramente excesiva (Huamachuco), lo que favoreció la preparación de terrenos en la zona.

## **SIERRA CENTRAL**

En esta región, el promedio de la temperatura mínima fue 7,0°C y de la máxima, 19,3°C, por consiguiente, la temperatura nocturna alcanzó 11,1°C y la diurna 15,3°C. Persisten las condiciones térmicas nocturnas variando entre normal y menos frías de lo normal (superior en 1,1 a 3,1°C); y las condiciones diurnas normal, excepto La Oroya, Jacas Chico, Jauja y Cerro de Pasco presentaron días ligeramente fríos (temperaturas máximas inferiores a su normal en 2,5; 1,9; 1,5; y 1,4°C). Heladas de maneja usual en las zonas mayores a 3800 msnm (Pasco, La Oroya y Laive). Persisten las lluvias, acentuadas en la tercera década, registrando valores en el rango de su normal (17 a 141 mm/mes), excepto el departamento de Huancavelica y algunos valles del departamento Junín (San Juan de Jarpa y Jauja) fueron inferiores a su nor-

mal entre 30 a 57%. Éste comportamiento aún condiciona la permanencia de suelos con humedad en deficiencia extrema a ligera ( $I_p=0,1$  a  $0,6$ ), salvó por su intensidad y reservas anteriores del mes anterior, ciertos lugares como Recuay, Carpish, Cerro de Pasco, y Huasahuasi determinaron humedad adecuada ( $I_p=0,8$  a  $1,1$ ), Jacas Chico exceso ligero ( $I_p=1,7$ ), y en Carpish exceso extremo ( $I_p=3,6$ ).

En las localidades de Recuay, Callejón de Huaylas (Yungay) se tuvo un incremento significativo del contenido de humedad en la última década del mes debido a las lluvias regulares, favoreciendo el crecimiento de los cultivos conducidos bajo riego como el maíz en estadio de espiga en Yungay. Similares condiciones se presentaron en la sierra de Lima, donde la disponibilidad de humedad durante las dos primeras décadas se mantuvo extremadamente deficiente. En la cuenca alta del río Chillón, predominó deficiencia extrema en los suelos agrícolas; sin embargo, algunos lugares los campos agrícolas son conducidos bajo riego favoreciendo las labores de cosecha en el cultivo de alfalfa (Canta). En las cuencas altas de los ríos Pativilca (Chiquián, Cajatambo) y Huaura (Oyón) los suelos aún se mantienen en descanso. En Chaglla, las lluvias frecuentes favorecen una rápida y buena emergencia del cultivo de papa. En Huánuco, Canchán y San Rafael, predominaron deficiencias de humedad hídrica en los suelos en particular Huánuco, que mantuvo niveles deficitarios extremos, esta situación reforzó el estrés hídrico en los cultivos, afectando el normal crecimiento de las frutales (mango, naranjo, palto y limonero) en sus estadios de fructificación y ocasionando la presencia de plagas como la quersa. En el valle del Mantaro se presentaron deficiencias de humedad en los suelos; sin embargo los campos de cultivos son conducidos bajo riego y son favorables para los sembríos de papa en plena formación de brotes laterales y floración y maíz amiláceo en pleno crecimiento vegetativo (Jauja y Huayao), sin embargo las lluvias en las partes bajas del valle refuerzan el crecimiento de los cultivos bajo riego como la papa en floración y maíz amiláceo en panoja y espiga (Huayao). En el valle de Tarma la humedad también se mantuvo ligeramente deficiente sin afectar el normal crecimiento del maíz amiláceo, sin embargo el valle de Huasahuasi presentó niveles adecuados de humedad garantizando el normal crecimiento de los cultivos locales (hortalizas, arveja maíz). En Huancavelica (Lircay, Pampas, Acobamba) la deficiencia de humedad agudiza el normal avance de la campaña agrícola y el crecimiento de los cultivos de la temporada; maíz en Lircay y Pampas. En Ayacucho (Puquio, Quinua y Huancapi) continúa el medio con deficiencia hídrica.

## SIERRA SUR

Temperatura mínima de  $5,9^{\circ}\text{C}$  y máxima de  $21,1^{\circ}\text{C}$ , en consecuencia temperatura nocturna  $10,7^{\circ}\text{C}$  y diurna de  $15,8^{\circ}\text{C}$ . En la mayor parte las condiciones térmicas nocturnas y diurnas variaron en el rango de su normal; excepto algunos lugares localizados presentaron condiciones más frías de lo normal, durante el periodo noc-

turno Carumas, Chiguata, Tarata, Curahuasi, Colca y Cotahuasi con temperaturas mínimas inferiores a su normal en  $2,7$ ;  $2,5$ ;  $2,1$ ;  $1,7$ ;  $1,4$  y  $1,3^{\circ}\text{C}$ ; y durante el periodo diurno Curahuasi y Cabanaconde con temperaturas máximas inferiores a su normal en  $3,1^{\circ}\text{C}$  y  $1,2^{\circ}\text{C}$ . Usual heladas en las zonas mayores a  $3800$  msnm (Sibayo, Imata, Chivay y Angostura). Lluvias acentuadas en la primera y segunda década, en la región sur oriental (departamentos de Cusco y Apurímac) reportando valores en el rango de su normal entre  $23$  a  $48$  mm/mes; excepto Urubamba que fue superior en  $52\%$  ( $36$  mm/mes) y en Granja Kayra y Abancay inferior en  $45\%$  ( $26$  mm/mes) y  $42\%$  ( $23$  mm/mes). Mientras en la región sur occidental fue notoria la ausencia de lluvias. Generalmente los suelos aún se encuentran con humedad en deficiencia extrema ( $I_p=0,0$  a  $0,3$ ), salvo la región sur oriental que tiende a deficiencia ligera.

Comparativamente en la sierra sur y con mayor intensidad en el sector occidental (Arequipa, Moquegua, Tacna y Puquio en Ayacucho) evidencian un fuerte déficit hídrico en relación a las dos campañas anteriores. En los valles del Urubamba (Anta, Granja Kcayra) y Vilcanota (Sicuani) continuó predominando un medio con deficiencia extrema de disponibilidad hídrica, limitando el inicio de la campaña agrícola de secano y supeditando el crecimiento del maíz amiláceo local al suministro de riego. En Abancay, Andahuaylas y Curahuasi la deficiencia de humedad continuó siendo extrema, por lo que el crecimiento de la papa en su estadio de maduración, el maíz en sus primeras hojas y frutales (duraznero) depende del riego. En las cuencas altas de los ríos Camaná (Chuquibamba, Andagua, Cabanaconde, Chivay, Pampa Colca, Machaguay, Choco y Huambo), Ocoña (Yanaquihua, Salamanca, Cotahuasi), Colca (Sibayo), persisten las deficiencias extremas de humedad en los suelos y el crecimiento de los cultivos instalados (maíz amiláceo) por lo que su estado depende estrictamente del riego a suministrar. En la cuenca del río Quilca (Imata, Chiguata, La Pampilla, Huasacache) las deficiencias extremas de humedad en los suelos son complementadas con riego, para suplir la deficiencia hídrica en los cultivos y satisfacer la demanda de la alfalfa en pleno crecimiento vegetativo. En la cuenca alta del río Tambo, los cultivos instalados también son conducidos bajo riego; encontrándose los cultivos de alfalfa y orégano en crecimiento y la papa en formación de floración (Ubinas, Carumas). En la sierra Arequipeña se mantienen intensas las heladas meteorológicas, asimismo la temperatura mínima ha descendido moderadamente en la sierra de Moquegua y Tacna.

Aльтиplano: Temperatura mínima de  $0,7^{\circ}\text{C}$  y máxima de  $17,6^{\circ}\text{C}$ , consecuentemente, temperatura nocturna de  $6,3^{\circ}\text{C}$  y diurna de  $12,3^{\circ}\text{C}$ . Las condiciones térmicas nocturnas persistieron variables, presentándose noches más frías de lo normal en Lagunillas, Mazocruz, Huancané, Crucero Alto y Taraco con temperaturas mínimas inferiores a su normal en  $2,6$ ;  $1,5$ ;  $1,4$ ;  $1,3$ ; y  $1,2^{\circ}\text{C}$ ; noches menos frías en Azangaro, Ayavirí, Cabanillas y Acora con temperaturas mínimas superiores a su normal en  $2,8$ ;  $1,9$ ;  $1,6$  y  $1,1^{\circ}\text{C}$ ; y en el resto noches normales. Las

condiciones diurnas fueron normal y menos frío de lo normal (temperaturas máximas superiores a su normal entre 1,3 y 2,1°C). Continuaron las heladas con intensidad mayor para la época. Similar al mes anterior las lluvias fueron ligeras y esporádicas, reportando valores de 1 a 34 mm/mes, condicionando la permanencia de suelos con humedad en deficiencia extrema ( $I_p=0,0$  a 0,3).

En Cabanillas, Ilave, Lampa, Mañazo, Taraco, Yunguyo y Ayavirí, continuaron las deficiencias extremas de humedad en los suelos y heladas meteorológicas en toda la región, siendo no favorables para la preparación de los terrenos agrícolas e inicio de la campaña agrícola en la zona; sin embargo, en algunos lugares los terrenos que son conducidos bajo riego se realizaron la siembra del cultivo de papa y favorecieron la emergencia en el haba (Huaraya Moho, Progreso).

## SELVA NORTE

Temperatura mínima de 20,8°C y máxima 31,6°C, establecieron temperatura nocturna de 24,3°C y diurna de 28,1°C. Estas caracterizaron condiciones térmicas normal y más cálidas de lo normal (temperaturas mínimas y máximas superiores a su normal entre 1,1 a 1,9°C). Las lluvias variaron entre normal (74 a 125 mm/mes) y superiores a su normal en 40 a 101% (131 a 372 mm/mes); excepto en Mazán, San Roque, Saposoa, Tabalosos fueron inferiores a su normal en promedio 32%. Estas lluvias condicionaron en la mayor parte suelos con humedad en deficiencia ligera a adecuada ( $I_p=0,5$  a 1,2), salvo por su intensidad en Chirinos, Campanilla, Sauce, Pongo de Caynarichi, Jenaro Herrera, Navarro, y Naranjillo determinaron humedad en exceso ligero ( $I_p=1,3$  a 2,2).

En el valle del Utcubamba (Bagua Chica) y Jaén se presentaron condiciones térmicas nocturnas ligeramente cálidas, favoreciendo la emergencia y formación de plántulas en los cultivos de arroz. En la cuenca del Chinchipe (San Ignacio y Chirinos), las condiciones térmicas diurnas ligeramente frías y nocturnas cálidas y alta humedad en el medio continuaron favoreciendo la proliferación de la roya y cercospora en el café Catimor y Caturra durante la fase de floración. En el valle del Huallaga Central, las condiciones térmicas normales y humedad adecuada en los suelos favorecieron a los sembríos de arroz en pleno macollaje y maduración pastosa, naranjo Valencia en maduración (Bellavista y Sauce). En el Bajo Huallaga, las condiciones de humedad adecuada favorecieron las fases de macollaje en el cultivo de arroz y crecimiento vegetativo del maíz amarillo duro; así como también la inflorescencia y fructificación del pijuayo (Navarro, San Ramón). En el Alto Mayo (Moyobamba, Rioja, Naranjillo) las condiciones térmicas normales y humedad adecuada en los suelos continuaron favoreciendo las diferentes fases fenológicas en el cultivo de arroz y café Caturra en formación de flores. En el Bajo Mayo (Tabalosos, Lamas y El Porvenir), las condiciones térmicas normales y humedad adecuada en los suelos, favorecieron las diferentes fases fenológicas de arroz, piña y vid en fructificación y ma-

duración. En la cuenca del río Amazonas y Ucayali, las condiciones térmicas continuaron siendo favorables para los cultivos de pijuayo, piña, café, plátano durante la fase de fructificación (Tamshiyacu, Requena, Jenaro Herrera y Mazan).

## SELVA CENTRAL

Temperatura mínima 19,9°C y máxima de 30,1°C, alcanzaron promedios de temperatura nocturna de 23,3°C y diurna de 26,8°C, éstas caracterizaron condiciones térmicas nocturnas normal y más cálida de lo normal (temperaturas mínimas superiores a su normal en 1,3 a 2,7°C). Las condiciones diurnas fueron normales; excepto en Oxapampa, Tournavista, y San Alejandro que presentaron días menos cálidos de lo normal con temperaturas máximas inferiores a su normal en 1,8; 1,8 y 1,4°C. A diferencia del mes anterior, las lluvias fueron normal a superiores hasta 47% reportando de 144 a 384 mm/mes; excepto Tournavista, Palmeras y Pozuzo que fueron inferiores a su normal en promedio 31% (62 a 141 mm/mes). Esto condicionó suelos con humedad adecuada a exceso ligero ( $I_p=0,8$  a 2,2), salvo por su intensidad La Divisoria y Aguaytía determinaron exceso extremo ( $I_p=2,9$  a 3,7) y Tournavista deficiencia ligera ( $I_p=0,5$ ).

En el valle de Aguaytía, las condiciones de humedad adecuada en los suelos continuaron siendo favorables durante la maduración y cosecha del naranjo, papayo y palma aceitera (Aguaytía, Maronal, Las Palmeras). En el valle de Pachitea, las condiciones de humedad adecuada favorecieron a los cultivos de yuca y sembríos de arroz instalados en la zona (Pozuzo, Oxapampa). En el Perené, las condiciones de humedad, en la segunda década, alcanzaron niveles excesivos para el medio, saturando los suelos, y propiciando la presencia de algunas enfermedades fungosas; esta situación extrema en los valles de Satipo y Pichanaki puede haber incentivado la activación de la antracnosis u hongo que afecta a los cítricos de la zona.

## SELVA SUR

Temperatura mínima de 18,9°C y máxima de 29,9°C, en consecuencia temperatura nocturna de 22,5°C y diurna de 26,2°C. Lluvias de intensidad variable: normal en Quincemil (675 mm/mes) y Tambopata (105 mm/mes) y superior a su normal en 76% en Quillabamba (123 mm/mes). En Puerto Maldonado reportó 82 mm/mes. Esto condicionó diferentes niveles de humedad en los suelos: deficiencia ligera en Puerto Maldonado ( $I_p=0,5$ ), humedad adecuada en Quillabamba y Tambopata ( $I_p=0,8$ ) y exceso ligero en Quincemil ( $I_p=5,5$ ).

En la selva sur, las deficiencias de humedad se manifestaron a inicios y fines de mes, excepto en la segunda década donde el ligero exceso de humedad permitió mejorar el estado del cultivo de café en sus estadios de floración y fructificación (Quillabamba).

**Clasificación térmica basado en los requerimientos térmicos de los cultivos, adaptados a las características climáticas del Perú (SENAMHI/DGA, 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 (SENAMHI/DGA, 2002)

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

ESTACION METEOROLOGICA	TEMPERATURA DIURNA		HUMEDAD		CULTIVO		FASE FENOLOGICA	ESTADO
	(°C)	CLASIFICACION	CLASIFICACION	NOMBRE	VARIEDAD			
<b>COSTA NORTE</b>								
LA CRUZ	23,9	Moderado	Adecuado	Arroz	Nir 1	Floración 90%	Bueno	
LA ESPERANZA	24,3	Moderado	Adecuado	Algarrobo	-	Fructificación 50%	Bueno	
LA ESPERANZA	24,3	Moderado	Adecuado	Maiz	Hibrido	Panoja 50%	Regular	
CHULUCANAS	27,5	Cálido	Adecuado	Mango	Edward	Fructificación 100%	Bueno	
CHULUCANAS	27,5	Cálido	Adecuado	Limón	Sutil	Maduración plena 100%	Bueno	
SAN MIGUEL	26,3	Cálido	Adecuado	-	-	Terreno en descanso	-	
MORROPON	27,8	Cálido	Adecuado	-	-	Terreno en descanso	-	
TINAJONES	24,5	Moderado	Adecuado	Caña de azúcar	G 37	Macollaje 100%	Regular	
MALLARES	26,5	Cálido	Adecuado	Algarrobo	-	Maduración 10%	Bueno	
MOTUPE	25,3	Cálido	Adecuado	Mango	Kent	Fructificación 100%	Bueno	
MOTUPE	25,3	Cálido	Adecuado	Palto	Fuerte	Fructificación 30%	Bueno	
MOTUPE	25,3	Cálido	Adecuado	Tangelo	-	Fructificación 60%	Bueno	
MOTUPE	25,3	Cálido	Adecuado	Limón	Sutil	Fructificación 100%	Bueno	
TALLA	23,4	Moderado	Adecuado	-	-	Terreno en descanso	-	
<b>COSTA CENTRAL</b>								
HUARMEY	19,9	Templado	Adecuado	Maiz	DK 834	Maduración lechosa 72,5 %	Bueno	
ALCANTARILLA	20,0	Templado	Adecuado	Caña de azúcar	Azul	Macollaje, 9 hojas 10%	Bueno	
ALCANTARILLA	20,0	Templado	Adecuado	Papa	Canchán	Maduración 90 %	Bueno	
LA CAPILLA	22,2	Moderado	Adecuado	Manzano	-	Fructificación 100%	Bueno	
BUENAVISTA	23,5	Moderado	Adecuado	Mango	-	Fructificación 100%	Bueno	
BUENAVISTA	23,5	Moderado	Adecuado	Ciuela Chica	-	Floración 100%	Bueno	
BUENAVISTA	23,5	Moderado	Adecuado	Ciuela Grande	-	Fructificación 100%	Bueno	
PACARAN	22,7	Moderado	Adecuado	Vid	Borgoña	Fructificación 70%	Bueno	
PACARAN	22,7	Moderado	Adecuado	Vid	Quebranta	Floración 100%	Bueno	
PACARAN	22,7	Moderado	Adecuado	Vid	Ubina	Floración 60%	Bueno	
SAN CAMILO	23,6	Moderado	Adecuado	Vid	Quebranta	Aparición de amento 20%	Bueno	
SAN CAMILO	23,6	Moderado	Adecuado	Algodón	Tanguis	Floración 95%	Bueno	
COPARA	24,8	Moderado	Adecuado	-	-	Terreno en descanso	-	
<b>COSTA SUR</b>								
CAMANA	19,3	Templado	Adecuado	-	-	Terreno en descanso	-	
PAMPA BLANCA	20,8	Moderado	Adecuado	Caña de azúcar	-	Macollaje 100%	Bueno	
APLAO	22,8	Moderado	Adecuado	Trigo	Gavilán	Terreno en descanso	Bueno	
APLAO	22,8	Moderado	Adecuado	Arroz	BG-90	Plántula 75%	Bueno	
PAMPA MAJES	20,2	Moderado	Adecuado	Papa	Perricholi	Floración 100%	Bueno	
LA JOYA	21,6	Moderado	Adecuado	Aji	Paprika	Emergencia 100%	Bueno	
ILO	21,0	Moderado	Adecuado	Olivo	Sevillano	Hinchazón botón floral 100%	Bueno	
LOCUMBA	21,7	Moderado	Adecuado	Cebolla	Amarilla	Maduración 30%	Bueno	
MOQUEGUA	21,7	Moderado	Adecuado	Vid	Thompson	Cosecha	Bueno	
MOQUEGUA	21,7	Moderado	Adecuado	Vid	Italia	Fructificación pleno 100%	Bueno	
MOQUEGUA	21,7	Moderado	Adecuado	Vid	Cardinal	Fructificación plena 70%	Mal	
MOQUEGUA	21,7	Moderado	Adecuado	Palto	Fuerte	Fructificación pleno 60%	Bueno	
LA YARADA	20,9	Moderado	Adecuado	Olivo	Sevillano	Fructificación 50%	Bueno	
CALANA	18,6	Templado	Adecuado	Uva	Negra Barbera	Aparición de amento 80%	Bueno	
CALANA	18,6	Templado	Adecuado	Durazno	Ullicate	Floración 100%	Bueno	
CALANA	18,6	Templado	Adecuado	Pero	Packam's Triumph	Botones florales 100%	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.

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

ESTACION METEOROLOGICA	TEMPERATURA DIURNA		HUMEDAD		CULTIVO		FASE FENOLOGICA	ESTADO
	(°C)	CLASIFICACION	ip	CLASIFICACION	NOMBRE	VARIEDAD		
<b>SIERRA NORTE</b>								
AYABACA	15,6	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
HUARMACA	16,0	Fresco	0,7	Adecuado	-	-	Terreno en descanso	-
HUAMACHUCO	15,4	Fresco	1,0	Adecuado	-	-	Terreno en descanso	-
SALPO	12,4	Fresco	0,7	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
SANTA CRUZ	19,6	Templado	0,6	Deficiencia ligera	Maiz	Blanco	Emergencia	Malo
SAN MARCOS	21,5	Moderado	0,5	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
CHOTA	16,6	Fresco	1,8	Exceso ligero	Maiz	Morocho Imperial	5ta hoja 52.5%	Bueno
CUTERVO	14,9	Fresco	1,8	Exceso ligero	Papa	Yungay	Siembra	-
CONTUMAZA	15,9	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CAJABAMBA	19,3	Templado	1,0	Adecuado	Papa	Amarilis	Maduracion 100%	Regular
BAMBAMARCA	17,8	Templado	0,8	Adecuado	-	-	Terreno en descanso	-
SAN MIGUEL(CAJAM.)	15,3	Fresco	0,5	Deficiencia ligera	Maiz	Blanco de la zona	Siembra	-
CELENDIN	17,1	Templado	0,8	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
GRANJA PORCON	12,3	Fresco	1,3	Exceso ligero	-	-	Terreno en descanso	-
<b>SIERRA CENTRAL</b>								
CHIQUIAN	15,9	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CANTA	15,3	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	Alfalfa	-	Corte	-
CAJATAMBO	12,7	Fresco	0,6	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
HUANUCO	22,8	Moderado	0,2	Deficiencia extrema	Naranja	Valencia	Fructificación 100%	Regular
HUANUCO	22,8	Moderado	0,2	Deficiencia extrema	Mango	Camboyano	Fructificación 100%	Bueno
HUANUCO	22,8	Moderado	0,2	Deficiencia extrema	Palto	Fuerte	Fructificación 100%	Bueno
HUANUCO	22,8	Moderado	0,2	Deficiencia extrema	Limón	Tayti	Fructificación 100%	Regular
SAN RAFAEL	18,4	Templado	0,4	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
JACAS CHICO	9,6	Frio	1,7	Exceso ligero	Habas	Mejorada	Emergencia 35%	Bueno
JACAS CHICO	9,6	Frio	1,7	Exceso ligero	Papa	Andina	formacion brotes laterales 50%	-
HUANCAVELICA	12,4	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
HUASAHUASI	15,7	Fresco	0,9	Adecuado	Arveja	Rondón	Fructificación 50%	Bueno
TARMA	16,3	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	Maiz	Cusco Urubamba	Aparición 5 y 6ta hoja 70%	Bueno
HUAYAO	15,8	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	Papa	-	Formacion de brotes laterales 100%	Bueno
JAUJA	14,6	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
LIRCAY	15,8	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Maiz	Corriente	Siembra	-
ACOBAMBA	14,9	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
PAMPAS	14,1	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Maiz	Blanca Colcabamba	4ta hoja 40%	Bueno
QUINUA	15,0	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	Maiz	Blanco almidón	Aparicion de hojas 5ta hoja	Bueno
QUINUA	15,0	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	Papa	Yungay	Emergencia 100%	Bueno
HUANCAPI	18,8	Templado	0,2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
<b>SIERRA SUR</b>								
ABANCAY	18,4	Templado	0,2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CURAHUASI	18,6	Templado	0,3	Deficiencia extrema	Durazno	Bianquillo	Fructificación 50%	Regular
CURAHUASI	18,6	Templado	0,3	Deficiencia extrema	Maiz	Blanco	Espiga 95%	Bueno
ANDAHUAYLAS	16,2	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Papa	Canchán	Maduracion 50%	Bueno
URUBAMBA	18,1	Templado	0,2	Deficiencia extrema	Maiz	Choclo	Aparición de hojas, 18 hojas	Bueno
GRANJA KAYRA	16,7	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Maiz	Bianco	Aparicion de hojas 20% 11 hojas	Bueno
ANTA (ANCACHURO)	15,5	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	Maiz	Moro amarillo	Emergencia 100%	Bueno
SICUANI	15,2	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Maiz	Cusco Urubamba	7ma hoja 80%	Bueno
CARAVELI	23,0	Moderado	0,0	Deficiencia extrema	Vid	De la zona	Aparicion del amento 70%	Bueno
CARAVELI	23,0	Moderado	0,0	Deficiencia extrema	Alfalfa	De la zona	Brotacion 100%	Regular
PUQUINA	17,3	Templado	0,0	Deficiencia extrema	Alfalfa	Yaragua	Brotacion 100%	Bueno
PUQUINA	17,3	Templado	0,0	Deficiencia extrema	Habas	De la zona	Maduracion 60%	Bueno
HUASACACHE	17,9	Templado	0,0	Deficiencia extrema	Alfalfa	Yaragua	Brotacion 100%	Bueno
HUASACACHE	17,9	Templado	0,0	Deficiencia extrema	Cebolla	Perilla	Crecimiento vegetativo 80%	Bueno
COTAHUASI	18,4	Templado	0,0	Deficiencia extrema	Maiz	Amarillo	Ap de hojas, 2 hojas	Bueno
CABANAONDE	13,8	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	Maiz	Blanco	Panaja 5 %	Bueno
CHIVAY	14,8	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	Habas	Comun	Macollaje 100%	Regular
CARUMAS	14,8	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	Orégano	Palo Rojo	Brotacion 100%	Bueno
CARUMAS	14,8	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	Alfalfa	Americana	Brotacion 100%	Bueno
CARUMAS	14,8	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	Papa	Perricholi	Floracion 100%	Bueno
UBINAS	14,9	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	Alfalfa	Yaragua	Corte	Bueno
TARATA	15,1	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	Maiz	De la zona	Ap. De hojas	Bueno
<b>ALTIPLANO</b>								
CABANILLAS	13,9	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
ILAVE	12,1	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
HUARAYO MOHO	12,8	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Haba	Pacay	Emergencia 100%	Regular
TARACA	11,8	Fresco	0,1	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
YUNGUYO	11,6	Frio	0,1	Deficiencia extrema	Haba	Copacabana	Emergencia 100%	Bueno
PROGRESO	12,7	Fresco	0,1	Deficiencia extrema	Papa	Ccompis	Emergencia 15%	-
AYAVIRI	13,7	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-

**Tabla 3 . Indices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos en la selva - octubre 2004**

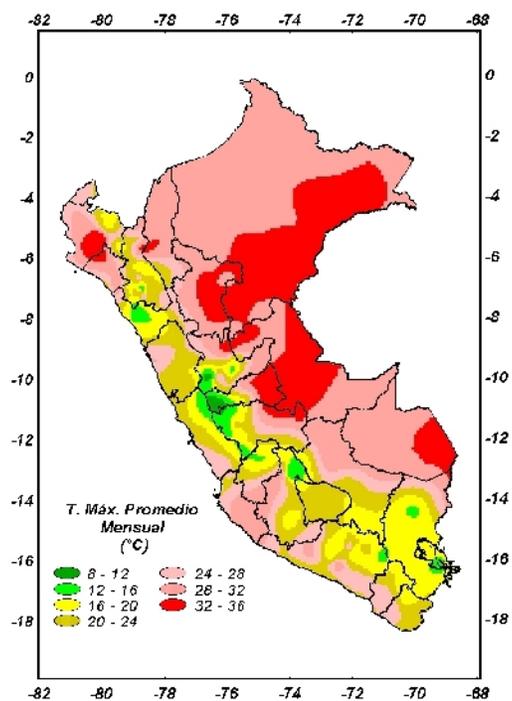
ESTACION METEOROLOGICA	TEMPERATURA DIURNA		HUMEDAD		CULTIVO		FASE FENOLOGICA	ESTADO
	(°C)	CLASIFICACION	Ip	CLASIFICACION	NOMBRE	VARIEDAD		
<b>SELVA NORTE</b>								
BAGUA CHICA	29.6	Cálido	0.9	Adecuado	Arroz	Moro	Plántula en almácigo 100%	Bueno
BAGUA CHICA	29.6	Cálido	0.9	Adecuado	Arroz	Capirona	Plántula en almácigo 100%	Bueno
JAEN	28.9	Cálido	0.5	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
CHIRINOS	20.8	Moderado	1.3	Exceso ligero	Café	Pacches	Floracion Plena 20%	Bueno
SAN IGNACIO	24.0	Moderado	1.0	Adecuado	Café	Caturra	Cabeza de afilier 70%	Regular
TAMISHAYACU	-	-	-	-	Cocotero	Enano verde	Foliación 100%	Bueno
TAMISHAYACU	-	-	-	-	Piña	De la zona	Maduración 12,5%	Bueno
MAZAN	28.7	Cálido	1.1	Adecuado	Caña de azucar	-	Crecimiento vegetativo 100%	Bueno
GENARO HERRERA	29.1	Cálido	2.2	Exceso ligero	Pijuayo	-	Crecimiento vegetativo 100%	Bueno
SAN RAMON	28.4	Cálido	1.5	Exceso ligero	Pijuayo	De la zona	Floración 60%	Regular
REQUENA	29.0	Cálido	1.1	Adecuado	Pijuayo	-	Reposo vegetativo	-
NAVARRO	29.6	Cálido	1.3	Adecuado	Maíz	Amarillo Duro	Aparición de hojas	Bueno
EL PORVENIR	29.7	Cálido	0.6	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
BELLAVISTA	29.7	Cálido	0.7	Deficiencia ligera	Naranja	Valencia	Maduración 100%	Bueno
BELLAVISTA	29.7	Cálido	0.7	Deficiencia ligera	Arroz	Capirona	Maduración pastosa 100%	Bueno
BELLAVISTA	29.7	Cálido	0.7	Deficiencia ligera	Arroz	Capirona	Macollaje 100%	Bueno
TABALOSOS	28.4	Cálido	0.6	Deficiencia ligera	Naranja	Regional	Botón floral 50%	Bueno
SAUCE	26.2	Cálido	1.3	Exceso ligero	Platano	-	Maduración 100%	Bueno
MOYOBAMBA	26.0	Cálido	0.8	Adecuado	Naranja	Huando	Fructificación 50%	Bueno
RIOJA	26.2	Cálido	1.2	Exceso ligero	Arroz	Híbrido línea 102	Cosecha	Bueno
LAMAS	26.7	Cálido	0.9	Adecuado	Vid	Borgoña	Fructificación 80%	Bueno
NARANJILLO	26.0	Cálido	1.3	Exceso ligero	Café	Caturra	Cabeza de afilier 100%	Bueno
NARANJILLO	26.0	Cálido	1.3	Exceso ligero	Arroz	Capirona	Maduración lechosa 4%	Bueno
<b>SELVA CENTRAL</b>								
PUERTO INCA	28.1	Cálido	1.0	Adecuado	Mango	-	Fructificación 80%	Bueno
PUERTO INCA	28.1	Cálido	1.0	Adecuado	Palto	-	Fructificación 80%	Bueno
PUERTO INCA	28.1	Cálido	1.0	Adecuado	Cacao	-	Floración 80%	Bueno
LAS PALMERAS	28.7	Cálido	0.8	Adecuado	Palma aceitera	-	Inicio de maduración 30%	Bueno
AGUAYTIA	28.2	Cálido	2.9	Exceso extremo	Papaya	-	Cosecha	Bueno
AGUAYTIA	28.2	Cálido	2.9	Exceso extremo	Naranja	Huando	Cosecha	Bueno
PICHANAKI	28.8	Cálido	1.1	Adecuado	Naranja	Valencia	Fructificación 15%	Bueno
PICHANAKI	28.8	Cálido	1.1	Adecuado	Café	Caturra	Cabeza de afilier 100%	Bueno
EL MARONAL	28.7	Cálido	1.0	Adecuado	Palma aceitera	-	Aparición de espatas 50%	Bueno
POZUZO	26.4	Cálido	1.0	Adecuado	Yuca	Amarilla	Ap.del Tercer nudo 100%	Bueno
OXAPAMPA	19.4	Templado	1.4	Exceso ligero	Palto	Fuerte	Fructificación	Bueno
SATIPO	27.4	Cálido	1.1	Adecuado	Tangelo	-	Hinchazón de botones florales 40%	Bueno
<b>SELVA SUR</b>								
QUILLABAMBA	26.6	Cálido	0.8	Deficiencia ligera	Café	Caturra	Fructificación 5%	Regular
PTO. MALDONADO	29.3	Cálido	0.5	Deficiencia ligera	Arroz	-	Macollaje 100%	Bueno
PTO. MALDONADO	29.3	Cálido	0.5	Deficiencia ligera	Maíz	-	Floración 100%	Bueno

**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.**

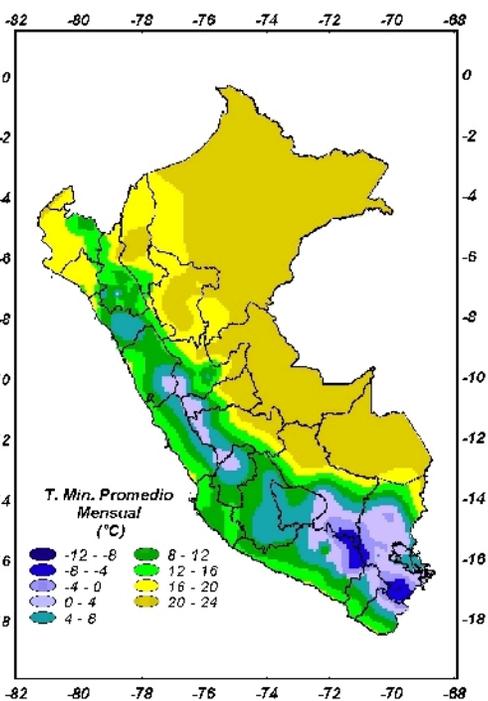
**Temperatura diurna, corresponde al valor medio de la temperatura en el periodo de 12 horas correspondiente, relacionado con la actividad fotosintética de la planta y el crecimiento vegetativo de las plantas. Se estima mediante fórmulas empíricas.**

**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**

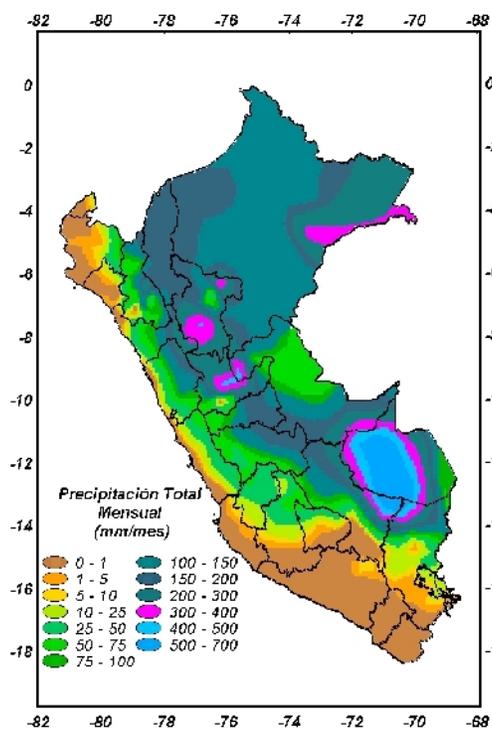
**Mapa 1. Comportamiento mensual de la temperatura máxima**



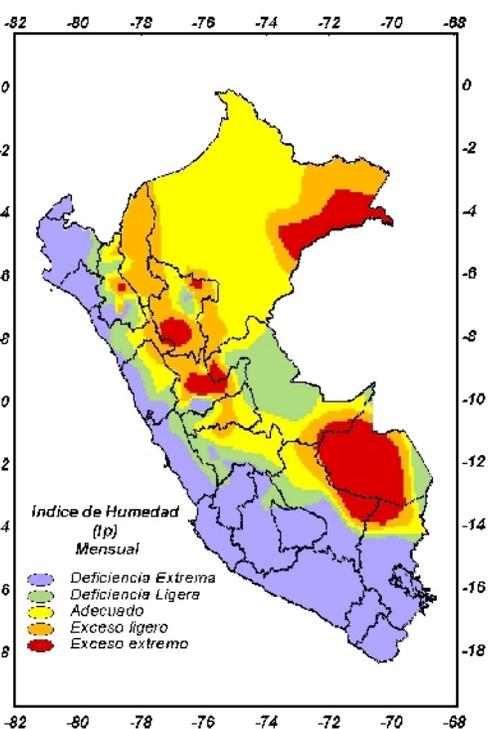
**Mapa 2. Comportamiento mensual de la temperatura mínima**



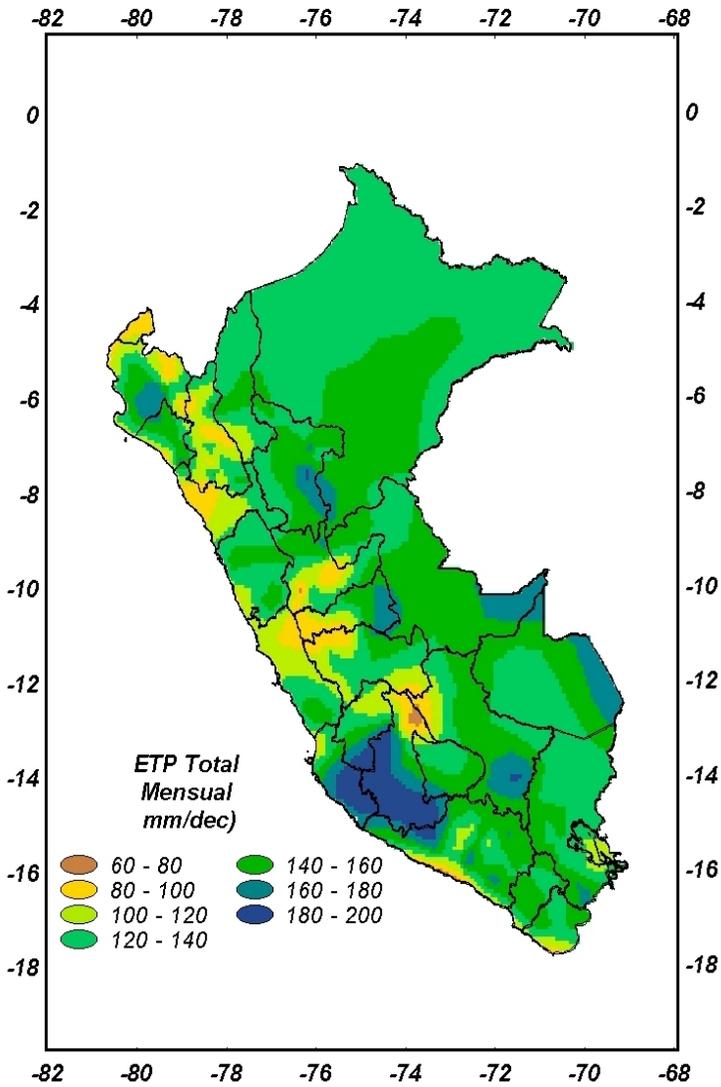
**Mapa 3. Comportamiento mensual de la precipitación**



**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 para el mes de noviembre, se estimó la deficiencia o exceso de humedad en los suelos para los cultivos instalados en sus diferentes fases fenológicas. Los resultados de estas estimaciones en forma específica se muestran en la tabla 4 (indicadas por NRIEGO). Según esto detallamos:

En la región de la costa, los cultivos que necesitan mayor riego son: el cultivo de algodón en fase de floración en San Camilo (184 mm/mes) y crecimiento vegetativo en Pacarán (135 mm/mes), el cultivo de papa en fase de floración en Pampa Majes (170 mm/mes), el cultivo de maíz en fase de aparición de hojas en Pacarán (134 mm/mes) y maduración lechosa en Huarney (119 mm/mes), el cultivo de arroz en fase de floración en la Cruz (91 mm/mes); el cultivo de caña de azúcar en fase de macollaje en Pampa Blanca (118 mm/mes); el cultivo de vid en fase de apertura de aparición de amento en Calana y Caraveli (87 a 122 mm/mes) y fructificación en Moquegua (94mm/mes) y Pacarán (90 mm/mes), y el cultivo de olivo en fase de hinchazón floral en Ilo (60 mm/mes) y en fase de fructificación en La Yarada (57 mm/mes).

En la sierra norte, lluvias pronosticadas de intensidad normal a superior (132 mm/mes) no satisfará de manera optima la demanda hídrica del cultivo de papa en fase de floración en Cajabamba, donde el requerimiento hídrico es mayor por encontrarse en esta fase, teniéndose que aplicarle riego (48 mm/mes).

En la sierra sur (Andahuaylas), la lluvia proyectada de intensidad normal (65 mm/mes), no satisfará la necesidad hídrica del cultivo de papa en fase de maduración, teniéndose que suministrar riego de 62,8 mm/mes.

En la selva norte lluvias proyectadas de intensidad normal (80 a 135mm/mes) tampoco satisfará el requerimiento hídrico del cultivo de arroz teniéndose que complementar riego: en fase de maduración lechosa en Naranjillo 46 mm/mes y en fase de maduración pastosa en Bellavista 89 mm/mes. Sin embargo, estas lluvias proyectadas satisfará la demanda hídrica del cultivo de vid en fase de fructificación en Lamas.

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

ESTACION METEOROLOGICA	CULTIVO FASE FENOLOGICA	NH (mm/mes)	PEFC. (mm/mes)	NRIEGO (mm/mes)
<b>BAJO RIEGO:</b>				
	<b>Maíz</b>			
Huarney	Maduración lechosa	118.9	0.0	-118.9
Pacarán	Aparición de hojas	134.6	0.0	-134.6
	<b>Papa</b>			
Pampa Majes	Floración	170.9	0.0	-170.9
Cajabamba	Floración	153.6	105.7	-47.9
Andahuaylas	Maduración	114.8	51.9	-62.8
	<b>Arroz</b>			
La Cruz	Floración	91.0	0.0	-91.0
Naranjillo	Maduración lechosa	154.4	108.1	-46.4
Bellavista	Maduración pastosa	153.0	63.8	-89.2
	<b>Algodón</b>			
San Camilo	Floración	183.8	0.0	-183.8
Pacarán	Crecimiento vegetativo	134.6	0.0	-134.6
	<b>Caña de azúcar</b>			
Pampa Blanca	Macollaje	118.3	0.0	-118.3
	<b>Vid</b>			
Calana	Aparición de amento	87.3	0.0	-87.3
Caraveli	Aparición de amento	122.2	0.0	-122.2
Lamas	Fructificación	79.5	88.7	9.2
Moquegua	Fructificación	94.3	0.0	-94.3
Pacarán	Fructificación	89.7	0.0	-89.7
	<b>Olivo</b>			
Ilo	Hinchazón de botón floral	60.1	0.0	-60.1
La Yarada	Fructificación	57.2	0.0	-57.2

NRIEGO = Necesidad de riego por cultivo en milímetros por mes

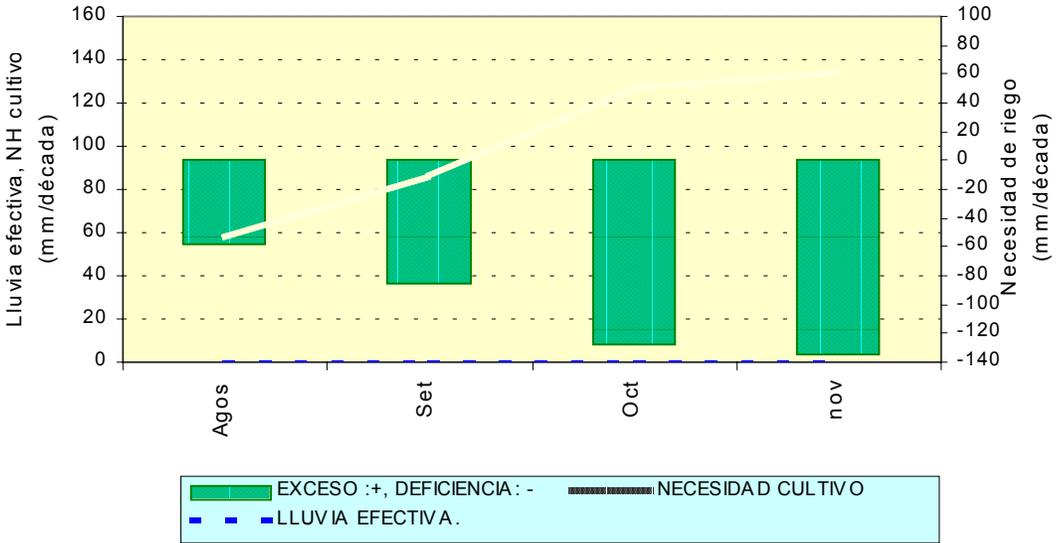
(+) exceso de lluvia

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

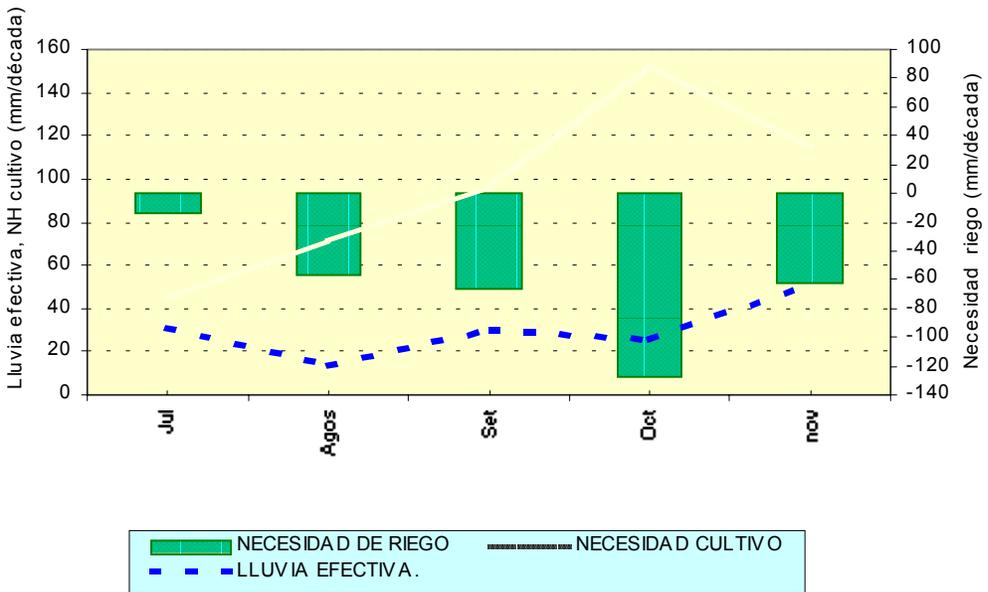
**Figura 1. Valores esperados de las necesidades de agua de los cultivos de maíz morado y papa (para el mes de noviembre 2004).**

## MODELO DE TENDENCIA AGROMETEOROLÓGICA

**COSTA: CULTIVO MAIZ VAR. MORADO  
CONDICIONES: BAJO RIEGO  
EST. PACARÁN - ICA**



**SIERRA: CULTIVO PAPA VAR. CANCHÁN  
CONDICIONES: BAJO RIEGO  
EST. ANDAHUAYLAS- APURIMAC**



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

Durante el mes de Octubre, el SENAMHI a través de la Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales, brindó atención a numerosas delegaciones de estudiantes de nivel primario y secundario en los que se les dió a conocer las principales actividades del SENAMHI en el quehacer ambiental tanto en cuanto a los estudios de Calidad del Aire y los concernientes a la Vigilancia Atmosférica Global. Asimismo, personal profesional de esta Dirección General participó en el curso "Análisis de la Gestión Ambiental de los recursos naturales: Nuevas herramientas de análisis para los recursos minerales".

A continuación, como un aspecto importante que complementa la evaluación de la contaminación del aire en la Zona Metropolitana de Lima-Callao, se presenta en el ítem 2, una recopilación de aspectos generales y antecedentes sobre la Lluvia Ácida. En los próximos números se presentarán los próximos resultados.

**LLUVIA ACIDA:** Algunos aspectos generales y antecedentes

De acuerdo a Godish, T (1997) cuando el problema de la precipitación causada por los contaminantes fue inicialmente descrita, se llamó lluvia ácida. Mediante estudios posteriores se demostró que aparentemente la nieve también se veía afectada, entonces el término precipitación parecía el más indicado. Tras numerosas observaciones, al identificarse materiales de naturaleza ácida depositados sobre la tierra y aguas superficiales en ausencia de precipitación (a lo que se le conoce como deposición seca), el concepto fue nuevamente modificado.

Asimismo, Godish, T (1997) señala que aparentemente este fenómeno es mucho más que lluvia ácida, nieve ácida, deposición seca, sino que también es niebla ácida (con pH menor a 1,8), nubosidad, rocío y escarcha ácida, se consideró llamar a todos estos fenómenos en conjunto con el término de deposición ácida.

Seinfeld, J. (1986) señala que el término deposición ácida resulta más apropiado por cuanto refiere la remoción desde la atmósfera de sulfatos y nitratos a través de la deposición tanto húmeda como seca.

Los compuestos químicos  $SO_2$  y  $NO_x$  que constituyen la deposición ácida, una vez emitidos a la atmósfera se oxidan a sulfatos y nitratos. El punto donde la deposición ocurre puede ser cercano o a una distancia importante de la fuente, dependiendo de la altura de la fuente, la naturaleza química de la atmósfera, la abundancia de agua líquida y las condiciones meteorológicas (viento y turbulencia), que influyen en los procesos de transporte y dispersiones.

Seinfeld, J. (1986) explica que el término pH se refiere al logaritmo negativo de la concentración de iones ( $H^+$ ). Así, una solución con un pH de 6, tiene una concentración de  $H^+$  de 0,000001 molar (M), y una con pH de 5, de 0,00001 M. Los valores del pH son geométricos, es decir que un pH de 5 es 10 veces más ácido que uno de 6, y uno de 4, 100 veces más ácido que uno de 6.

Godish, T. (1997), señala que cuando el agua se condensa después de la evaporación o destilación tiene un pH de 7 (ni ácido ni alcalino), pero rápidamente cambia a 5,7 por el equilibrio con el  $CO_2$  en la atmósfera formando un ácido débil, ácido carbónico. Así, agua de niebla, agua de lluvia, y nieve en ausencia de contaminación y en equilibrio con  $CO_2$  puede tener naturalmente un PH de 5,7.

En su tratado, Seinfeld, J. (1986) refiere un pH de 5,6 en condiciones normales, el cual representa el agua pura en equilibrio con la concentración atmosférica global de  $CO_2$  (330 ppm) y delimita la línea de la precipitación ácida.

Las principales fuentes de los precursores (óxidos de Nitrógeno y Azufre) incluyen plantas de combustión, calderas industriales, las fundidoras de metales y los automóviles.

La **Figura 1** muestra el mecanismo de la deposición ácida. De acuerdo a Kiely, G. (1999), las emisiones de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos procedente de las actividades industriales, transporte, vivienda y producción de energía se transforman en sulfatos y nitratos a través de una serie de reacciones de oxidación, hidrólisis y reducción en la atmósfera. De esta forma, estos compuestos conjuntamente con la radiación solar y el vapor de agua se convierten en ácido sulfúrico o nítricos suaves, y que a su vez retornan a la tierra en forma de rocío, llovizna, niebla, nieve o lluvia. Seinfeld, J (1986), estima que la tasa de conversión de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$  en la fase gaseosa depende de la concentración de radicales OH. Las estimaciones hechas para el proceso de conversión de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_x$  han determinado que debido a la alta tasa de reacción  $\text{NO}_2$ -OH comparada a la reacción  $\text{SO}_2$ -OH, hipotéticamente la producción del  $\text{HNO}_3$  podría ocurrir más rápidamente que la producción del  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en los alrededores de las fuentes. El ácido sulfúrico formado en la fase gaseosa será inmediatamente asociado a las moléculas de agua; mientras que el ácido nítrico permanecerá como vapor de agua hasta que sea absorbido por una nube o gota de agua o reaccione con amonio. Parte de las especies gaseosas y particuladas pueden ser removidas a la superficie por deposición seca.

Entre los principales efectos que han podido observarse se encuentran descensos de población en comunidades abióticas acuáticas y por ende trastornos en la cadena alimenticia ya que estas especies son consumidas e incorporan metales al organismo de sus predadores. Los

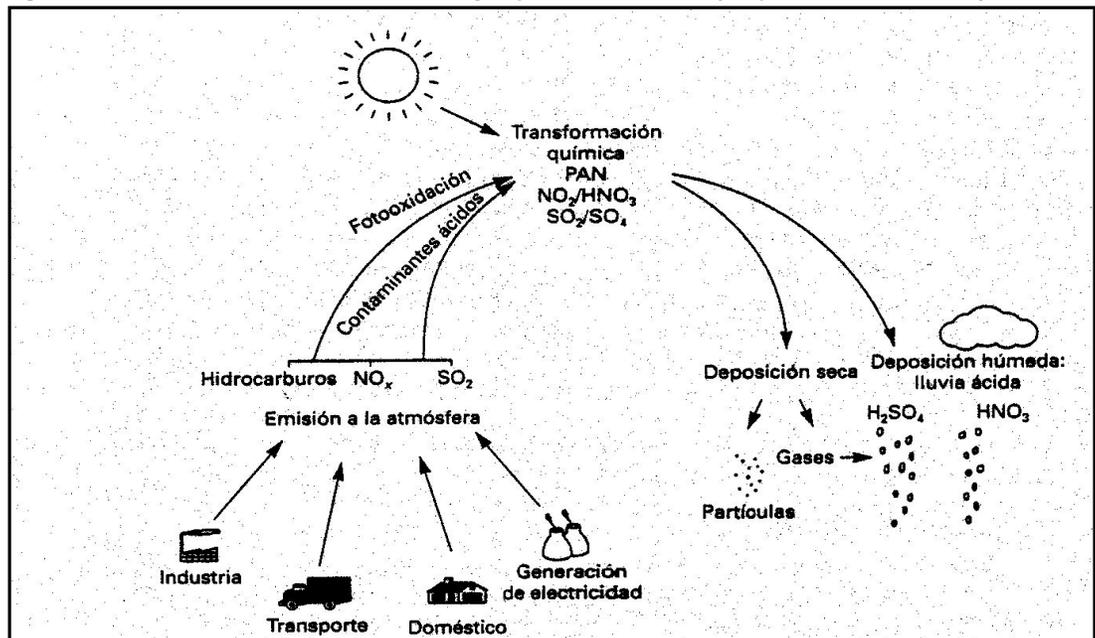
estudios han demostrado que la trucha y el salmón del Atlántico son particularmente sensibles a los niveles bajos de pH, porque interfieren con sus procesos reproductivos y con frecuencia dan origen a deformaciones en el esqueleto (Beamish, et al, 1975).

Asimismo, las altas concentraciones de aluminio en las aguas acidificadas suelen ser el agente que mata a los peces y otras biotas sensibles como son los crustáceos del plancton. Así, en los lagos alcalinos o casi neutros, las concentraciones de aluminio son muy bajas; sin embargo, a medida que el pH desciende, el aluminio antes insoluble presente en las rocas, los suelos y sedimentos de ríos y lagos comienza a pasar a formas disponibles a la absorción alimenticia de organismo vivientes.

Asimismo, la deposición ácida constituye una amenaza importante para los bosques observada en el marchitamiento y deterioro de los árboles y de acuerdo a algunos estudios podría tener influencia en la inhibición del crecimiento forestal. De cualquier modo, los efectos ocasionados por la lluvia ácida en todos los ecosistemas tiene carácter severo y por ende su estudio es de vital importancia.

El SENAMHI a través de su Dirección de Investigación y Asuntos Ambientales ha diseñado e instalado una red de monitoreo de lluvia ácida compuesta por 12 estaciones. Desde el mes de Agosto se vienen monitoreando las precipitaciones líquidas y próximamente se emitirá un informe con los primeros resultados obtenidos.

**Figura 1. La formación de acidez atmosférica y deposición de ácidos (adaptado de la UE. 1992b).**



Fuente: Ingeniería Ambiental. Gerald Kiely 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 2) 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

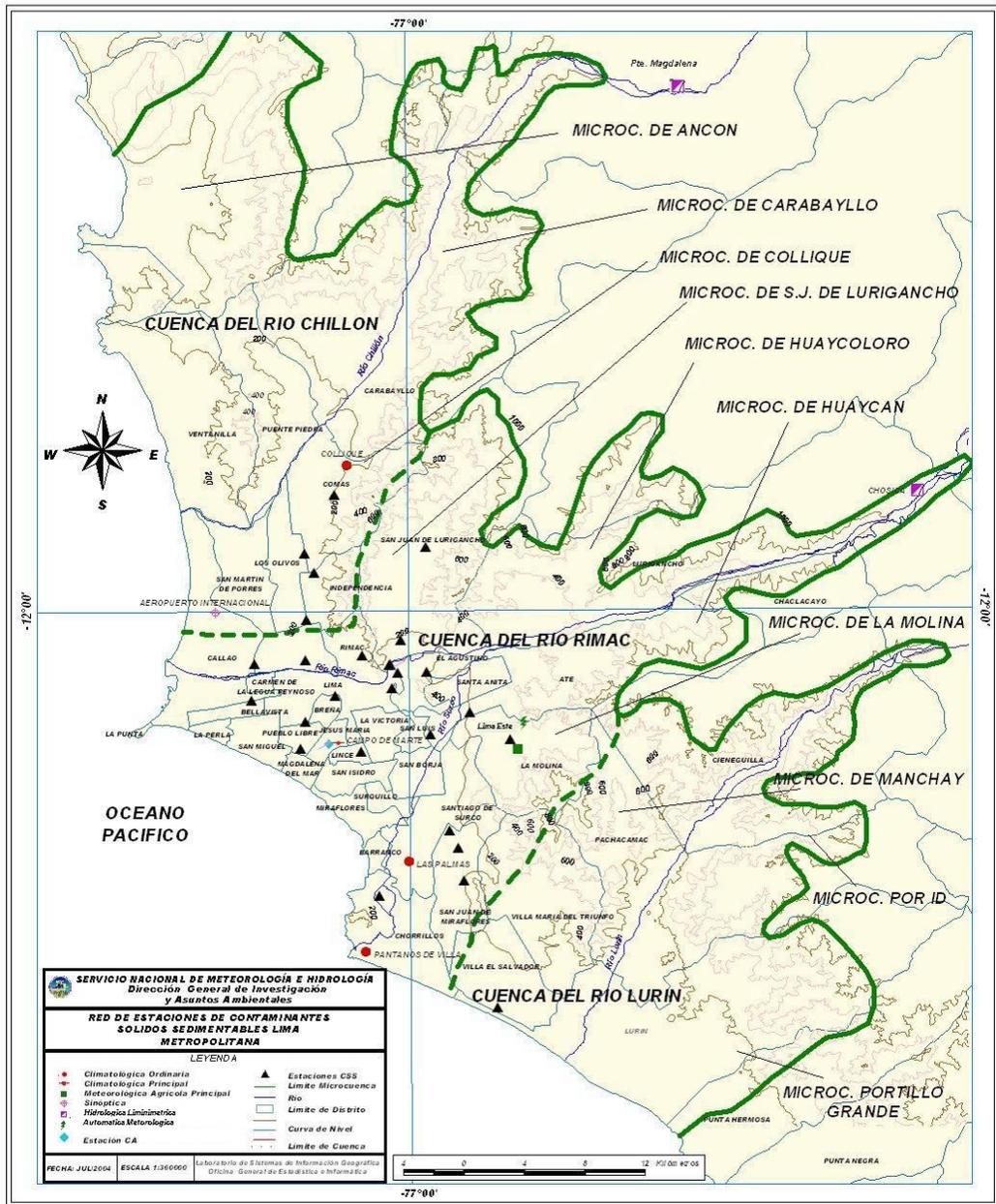
### CUENCA DEL RIO LURIN

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 Pacahacamac  
 M. de Portillo Grande: Distrito de Lurín  
 M. por I.D.: Distrito de Pacahacamac

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

Figura 2. 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 2**), 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 2**) 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 - En la zona Metropolitana de Lima- Callao.

En la **Figura 2** se presenta la red de contaminantes sólidos sedimentables (CSS). Durante el presente mes, se recopiló información de 23 estaciones de muestreo, de las cuales el 69,6% (16 estaciones) excedieron el límite referencial permisible recomendado por la OMS (5 t/km<sup>2</sup>/mes).

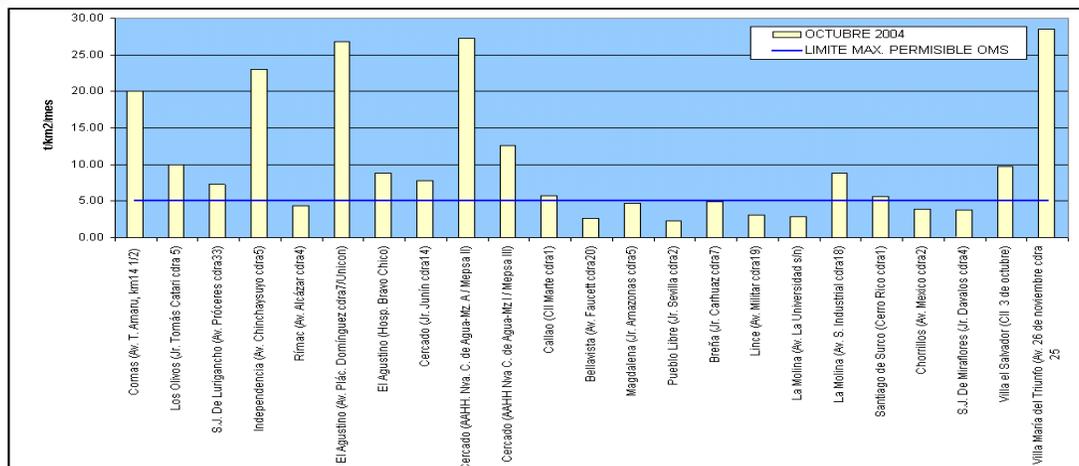
En la **Figura 4** se muestra el análisis del comportamiento espacial de la concentración de CSS presentado en la **Figura 3**. Los tres centros importantes de alta concentración de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) identificados en el área Metropolitana de Lima-Callao configurados como resultado 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 que se extiende a lo largo de los distritos de Carabaylo, Comas, Los Olivos e Independencia, con núcleo en éste último con valor de 23,0 t/km<sup>2</sup>/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 7 y 8**). El segundo centro señalado en el área metropolitana abarca el cono centro-este (Cuenca del río Rímac y microcuenca de San Juan de Lurigancho) y comprende los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho, Chaclacayo, Ate-Vitarte, Santa Anita, El Agustino, y el Cercado (lado este) con núcleo identificado al frente de

la Fundición MEPSA con 27,3 t/km<sup>2</sup>/mes, explicado en la intensa actividad industrial, comercial y la importante densidad vehicular de la zona (vía de Evitamiento). Mientras que el tercer centro ubicado en el cono sur (en la zona de intercuenca Rímac-Lurín) abarca los distritos de Villa el Salvador, Pachacamac, Lurín y Villa María del Triunfo, con núcleo en éste último que se constituye en el valor más alto del mes equivalente a 28,5 t/km<sup>2</sup>/mes, configurado por la contribución de fuentes locales (empresas aledañas como Cementos Lima y parque automotor ) y los aportes de los contaminantes transportados por los vientos desde otras zonas.

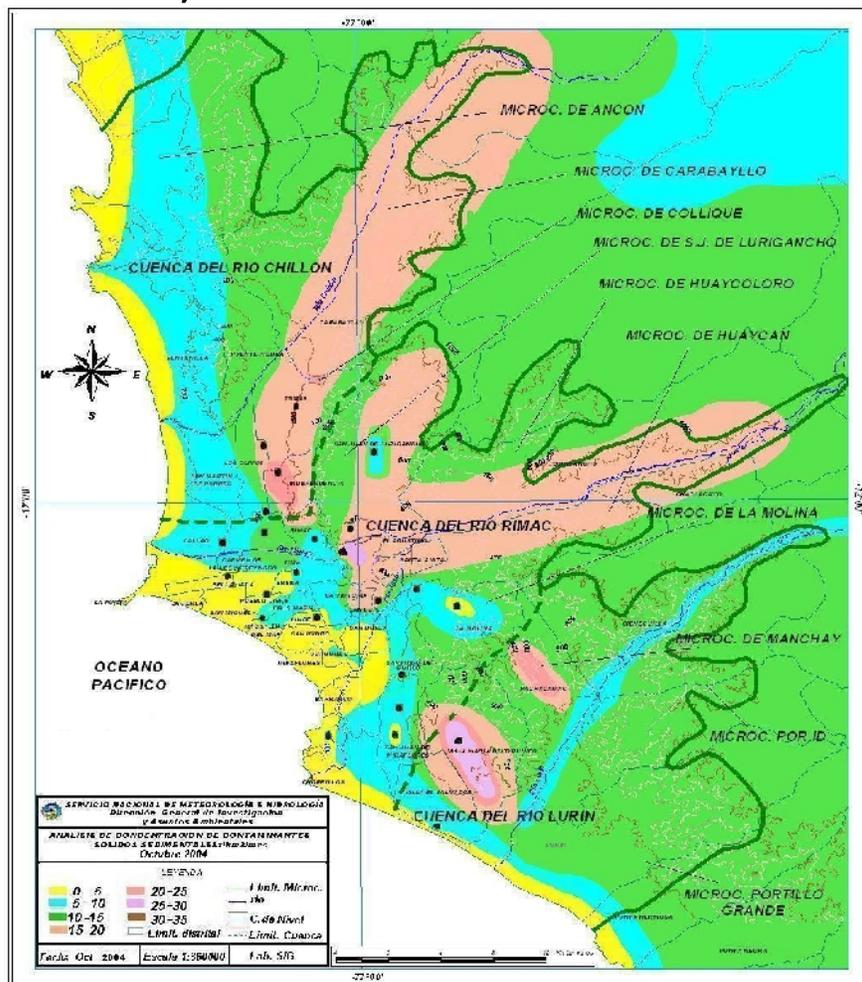
A lo explicado líneas arriba, se suma el bajo índice de área verde/habitante principalmente en los conos, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda de 8 a 9 m<sup>2</sup>/habitante. El sector que comprende la estrecha franja costera y parte de aquellos distritos residenciales como San 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.

El déficit de áreas verdes se convierte en un problema ambiental de considerable importancia en donde principalmente la falta de voluntad e iniciativa de los dos Municipios provinciales para elaborar las propuestas correspondientes dirigidas a declarar la intangibilidad de la poca área agrícola que queda en los tres valles Chillón, Rímac y Lurín (última parte activa del pulmón verde de la Z.M. de Lima-Callao).

**Figura 3. Totales mensuales de contaminantes sólidos sedimentables registrados durante octubre 2004 en Lima-Callao**



**Figura 4. Distribución espacial de la concentración de sólidos sedimentables en Lima Metropolitana durante el mes de octubre 2004**



**3.2 Condiciones Meteorológicas durante octubre 2004**

Para el presente mes, el análisis de las condiciones meteorológicas horarias y diarias para la Zona Metropolitana 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 meteorológica automática Las Palmas (Santiago de Surco) y estación climatológica Pantanos de Villa (Chorrillos). Estas estaciones forman parte de la red meteorológica presentada en la **Figura 2**.

**Análisis de Temperatura y Humedad Relativa Extremas**

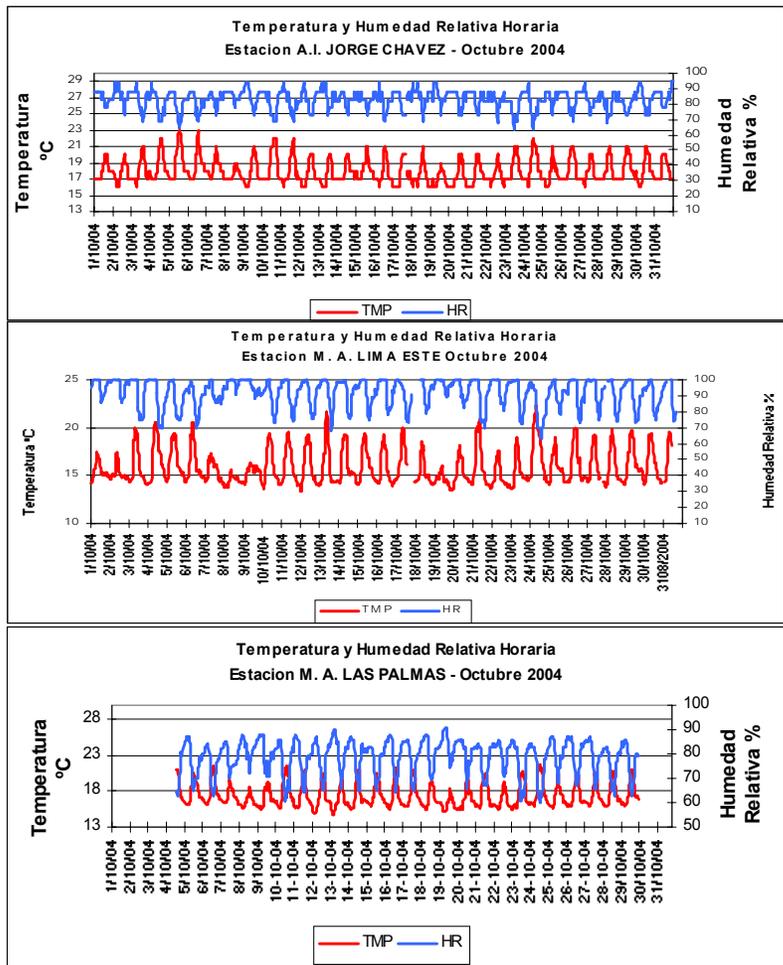
Del análisis de la variación temporal diaria de la temperatura (°C) y humedad relativa (%) extremas se observa lo siguiente: Los valores de la temperatura máxima fluctuaron de 15,6°C (La Molina) a 23,5°C (Comas) y la mínima de 13,3°C (La Molina) a 17°C en el Callao, registros superiores al mes anterior, propio del asentamiento de la estación primaveral; con respecto a las humedades relativas, la máxima fluctuó entre 83% (Surco) a 100% (Comas y La Molina), mientras que la mínima osciló entre 60% (Surco) a 94% en Chorrillos (ver **Figuras 5 y 6**). Durante el mes de octubre, las condiciones meteorológicas se han ido regularizando con mayor número de días soleados y garúas aisladas muy ligeras.

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

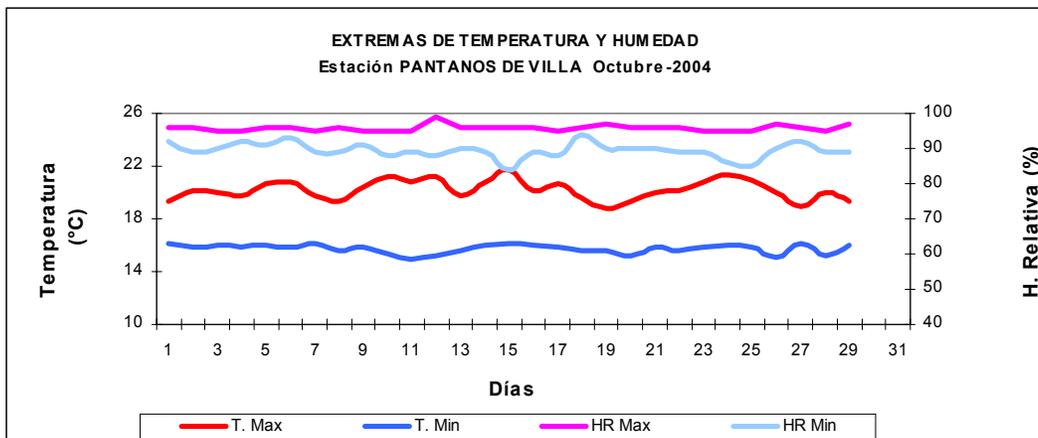
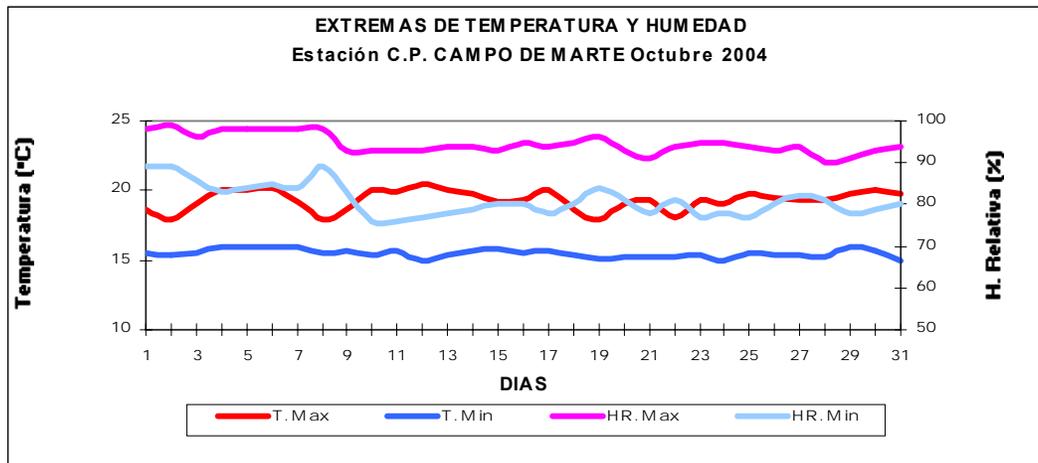
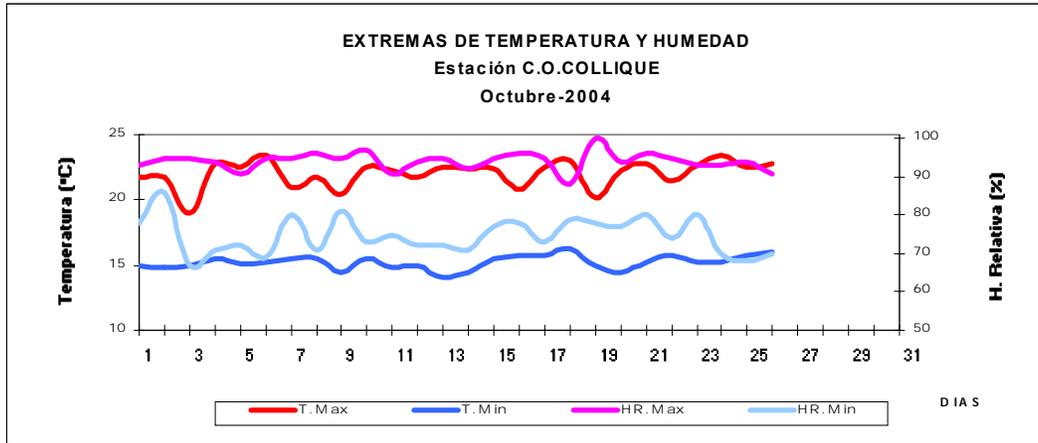
y 6:00 am mientras que las máximas se presentaron alrededor de las 13:00 hrs. Con respecto a las humedades relativas, la máxima se registró en forma muy variable pero predominantemente en los rangos de 4:00 a 5:00 am; similar comportamiento se presentó en las mínimas con registros entre las 12:00 y 16:00 pm.

En cuanto al análisis de las temperaturas mínimas de las estaciones indicadas, los días más fríos del mes en la Zona Metropolitana de Lima-Callao fueron el 12 y el 13 con una media de 14,9°C, superior a los meses anteriores; mientras que el día más cálido correspondió al 24 de los corrientes con un valor medio de 21,7°C. Los registros de humedad relativa promedio señalaron que sólo un día del mes (2 de octubre), la atmósfera de la capital estuvo saturada de humedad en términos relativos (97%).

**Figura 5. Variación horaria de la temperatura y humedad relativa durante octubre en el Callao, La Molina y Surco**



**Figura 6. Variación diaria de la temperatura y humedad relativa durante octubre en Comas, Jesús María y Chorrillos**

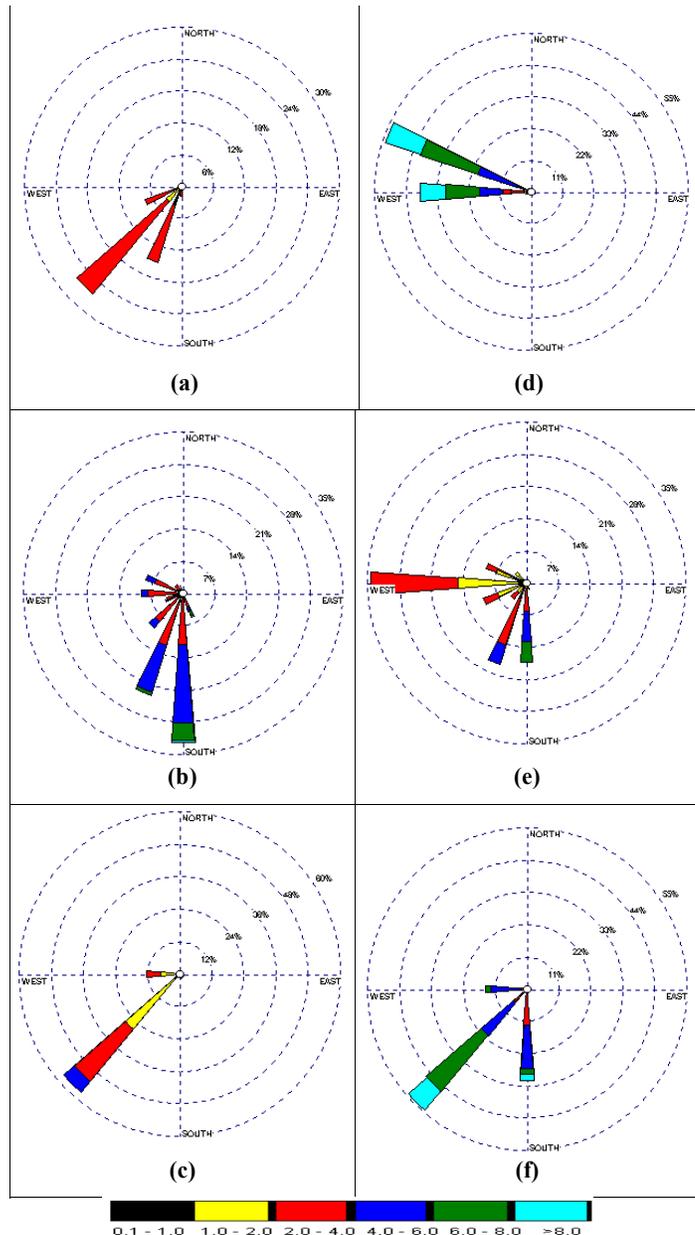


**Análisis del viento superficial en la Zona Metropolitana de Lima-Callao durante Octubre - 2004.**

El análisis de la información horaria de viento superficial (velocidad, dirección y frecuencia) correspondiente al mes en estudio presentado en las **Figuras 7 y 8** para el día (07:00 - 18:00) y la noche (19:00 - 06:00) es el siguiente:

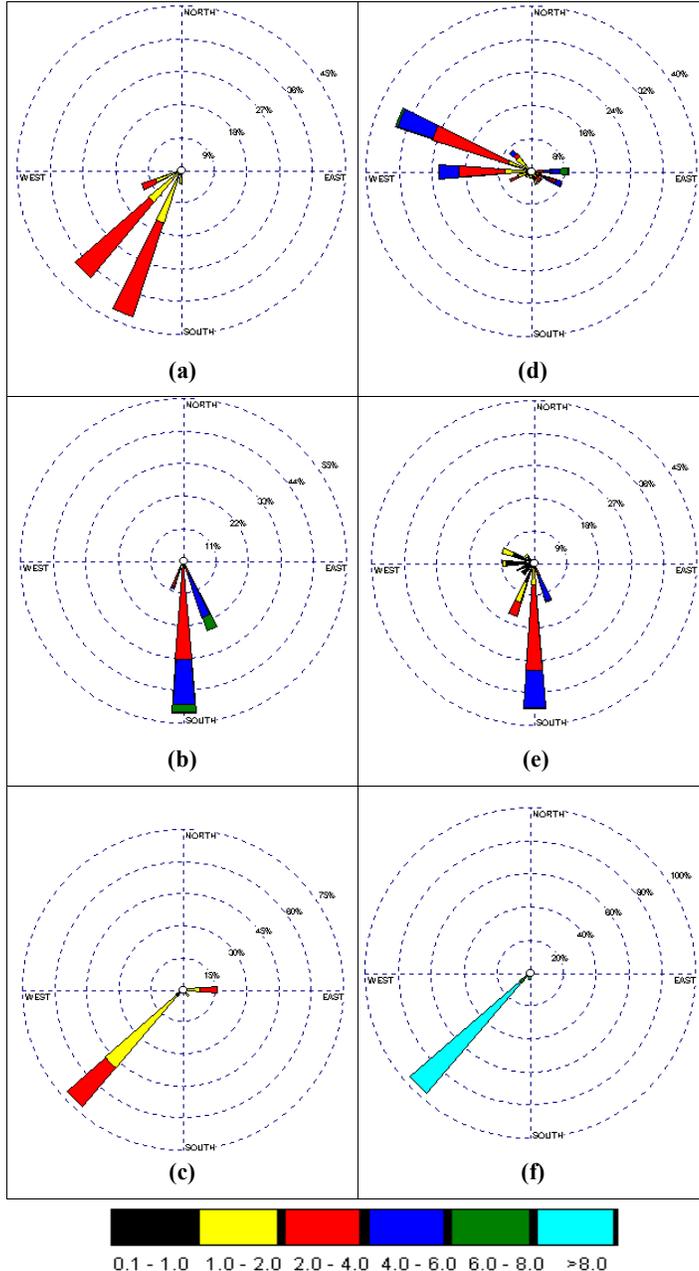
Durante el día (7:00 a 18:00 horas), hacia el centro de la ciudad (Jesús María), los vientos se presentaron débiles (<2,2m/s) con direcciones provenientes del SW y del W (57 y 13%), respectivamente con ocurrencia de calmas de 29%. Intensidades débiles a moderadas se registraron hacia el norte (Comas) con ocurrencia de calmas de 49% y direcciones provenientes del SW y SSW (26 y 15%) y hacia el sur (Santiago de Surco) con dirección W (34%) y SSW (19%). Hacia el litoral costero (Callao) y sur (Chorrillos), las intensidades de viento fueron moderadas (entre 3,5 y 4,5m/s) con direcciones provenientes del S y SSW (32 y 23%) y del SW y S (54 y 31%). Hacia el lado este (distrito de La Molina), los vientos del WNW y W (54 y 39%) fueron fuertes (>6m/s).

**Figura 7. 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**



Durante la noche (19:00 a 6:00 horas) se registraron intensidades débiles hacia el norte (Collique), centro de la ciudad (Jesús María) y hacia la zona de Santiago de Surco con direcciones SSW y SW (41 y 30%), del SW y E (72 y 16%) y del S y SSW (41 y 16%), respectivamente. Hacia el este (La Molina) las intensidades de los vientos fueron de débiles a moderadas con dirección WNW y W (35 y 22%). Hacia el litoral costero (Callao) los vientos presentaron intensidades moderadas con direcciones provenientes del S y SSE (51 y 30%); mientras que hacia el sur de la ciudad (distrito de Chorrillos) la intensidad de los vientos fue fuerte con frecuencia de 96% de dirección SW.

**Figura 8. 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**



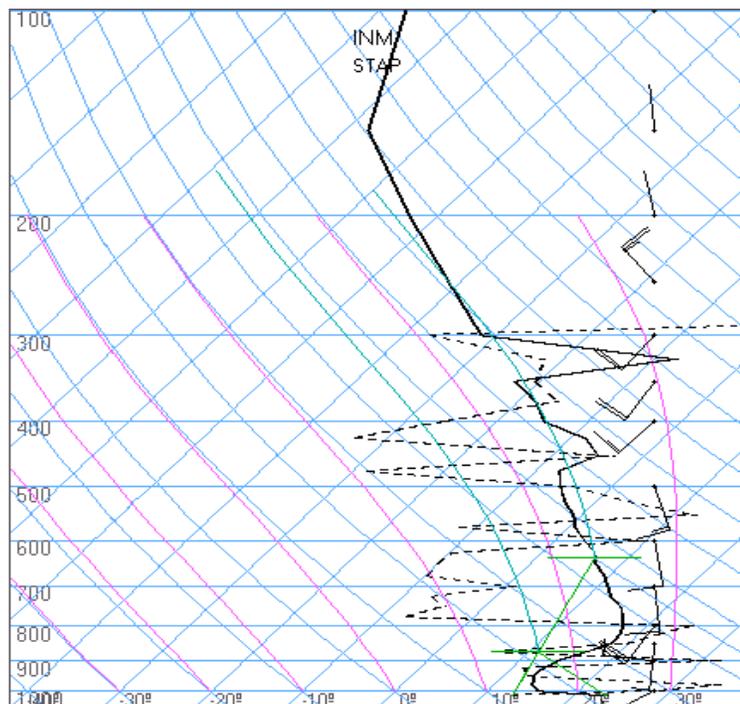
**Análisis de la temperatura y vientos en el perfil de la tropósfera de la costa central del Perú durante el mes de octubre del 2004**

En la **Figura 9** se muestra el sondaje meteorológico promedio para el mes de Octubre. Del análisis realizado, se observó que la capa de inversión térmica en la costa central de Perú estuvo presente durante los 26 días en que se realizaron observaciones, con características descritas en el **Cuadro 1**.

Desde superficie hasta nivel de 500 hPa los vientos presentaron direcciones predominantes del Sur con intensidades hasta de 10 m/s. Entre los 500 hPa y 300 hPa los vientos fueron de dirección SurOeste con intensidades de 15 a 20m/s; desde los 300 hPa hacia niveles superiores, los vientos fueron del NW con intensidades de 20 a 30 m/s.

Para el mes de Octubre, en promedio, la altura de la Base de la Inversión fue de 753,1m y su intensidad correspondió a 1,2°C. Los ligeros incrementos medios en los registros de temperatura propios de la estación primaveral propiciaron en términos generales condiciones regulares de calidad del aire para amplias áreas de la capital, con intensificación en las zonas críticas.

**Figura 9. Radiosondaje mensual promedio durante el mes de octubre de 2004 (Aeropuerto Internacional Jorge Chávez)**



Lima  
 Octubre12z  
 12z  
  
 TT: 49  
 K : 33  
  
 Agua Prec. (mm)  
 (SF-85): 33  
 (85-70): 19  
 (70-50): 15  
 (50-20): 478  
 (Total): 411  
 T=0 : 4904 m  
 Tw=0: 3934 m  
  
 Pres. ini: 1013  
 NCC: 3949 m  
 Tc= 46.3 °C  
  
 NCA: 1279 m  
 LI= 9.9  
 NCL=\*\*\*  
 EL=\*\*\*

**Cuadro 1. Características de la Capa de Inversión Térmica en la Costa Central de Perú**

PARÁMETRO	UNIDAD	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO
Espesor	metros	1254 día 12	385 día 26	675,2
Altura Base	Metros	1014 día 27	495 día 13	753,1
Altura Tope	Metros	1933 día 12	900 día 6	1428,3
T Base	° C	14,4 día 5	10,2 días 31,24	12,1
T Tope	° C	21,0 día 17	17,4 Días 25,26	19,5
Gradiente	°C / metros	3,5 día 27	0,5 día 12	1,2
H.R. Base	%	99 días 4,6,12,14 y17	67 día 7	96
H.R. Tope	%	67 día 25	2 Día312	36

#### 4. CONCLUSIONES

Para el mes de Octubre, el análisis de la variación espacial de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la Zona Metropolitana de Lima - Callao muestra la conformación de tres centros de altos niveles de concentración de éstos: El primero de ellos está ubicado al norte de la ciudad con un valor de 23,0 t/km<sup>2</sup>/mes; el segundo, ubicado hacia la zona centro-este, con un valor de 27,3 t/km<sup>2</sup>/mes y el tercero, hacia el cono sur, con el valor más alto del mes equivalente a 28,5 t/km<sup>2</sup>/mes; en parte de algunos distritos cercanos a la costa no sobrepasan el valor referencial.

De la evaluación realizada se señala que el 69,6% de las estaciones superaron el nivel referencial de la OMS equivalente a 5t/km<sup>2</sup>/mes.

Con respecto a las temperaturas y humedades relativas extremas promedio, los días más fríos del mes en la Zona Metropolitana de Lima-Callao fueron el 12 y el 13 con una media de 14,9°C, superior a los meses anteriores, mientras que el día más cálido correspondió al 24 de las corrientes con un valor medio de 21,7°C; sólo un día del mes (2 de octubre), la atmósfera de la capital estuvo saturada de humedad en términos relativos (97%).

En cuanto al comportamiento del viento superficial, durante el día (7:00 a 18:00 horas), éstos se presentaron desde débiles hacia el centro de la ciudad (Jesús María) con direcciones provenientes del SW y del W (57% y 13%), respectivamente con ocurrencia de calmas de 29%, hasta intensidades fuertes hacia el lado este (distrito de La Molina), con dirección WNW y W (54% y 39%); durante la noche, (19:00 a 6:00 horas) se registraron intensidades débiles hacia el norte (Collique), centro de la ciudad (Jesús María) y hacia la zona de Santiago de Surco (sur) con direcciones SSW y SW (41% y 30%), del SW y E (72% y 16%) y del S y SSW (41% y 16%), respectivamente hasta intensidades fuertes hacia el sur de la ciudad (distrito de Chorrillos) con frecuencia de 96% de dirección SW.

Para el mes de octubre, en promedio, la altura de la Base de la Inversión fue de 753,1 m y su intensidad correspondió a 1,2°C. Los ligeros incrementos medios en los registros de temperatura propios de la estación primaveral propiciaron en términos generales condiciones regulares de calidad del aire para amplias áreas de la capital, con intensificación en las zonas críticas.

**5. EVALUACION Y PRONOSTICO DE LA RADIACION ULTRAVIOLETA - B EN LAS CIUDADES DE LIMA Y AREQUIPA OCTUBRE-NOVIEMBRE 2004**

**Introducción**

A la fecha existen dos grandes problemas globales identificados como de alto riesgo; el efecto invernadero y el deterioro de la capa de ozono, representando ambos graves problemas para la salud mundial. Este último está relacionado directamente con el incremento de la incidencia de la radiación ultravioleta.

En relación a ello, el SENAMHI a través de la Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales viene monitoreando el comportamiento temporal de la radiación ultravioleta-B en las ciudades de Lima y Arequipa a fin de pronosticar los índices IUV, los cuales serán difundidos a la población con la finalidad de promover en ellos una adecuada exposición al sol a fin de minimizar sus efectos dañinos.

**Generalidades**

La radiación solar es un importante factor natural porque moldea el clima de la tierra y tiene una influencia significativa sobre el medio ambiente. La componente ultravioleta del espectro solar (UV) juega un papel muy importante en varios procesos de la biosfera. Tiene varios efectos beneficiosos pero también puede ser muy dañina si se exceden ciertos límites de seguridad; si la cantidad de radiación ultravioleta UV es elevada se agotan los mecanismos de autoprotección de algunas especies biológicas y sus organismos pueden resultar seriamente dañados, esto también afecta al organismo humano, en particular a la piel y a los ojos. Para evitar el daño producido por las elevadas exposiciones al UV, tanto agudo como crónico, las personas deben limitar su exposición a la radiación solar utilizando medidas protectoras.

Todas las personas, independientemente de su raza o etnia, son susceptibles a los efectos nocivos de la excesiva exposición al sol. Las personas con piel oscura tienen una mayor protección natural contra la quemadura solar que las de piel clara pero son igualmente sensibles a los efectos nocivos de la sobreexposición solar, incluido el cáncer de piel.

**Clasificación de la Radiación Ultravioleta**

La radiación ultravioleta se divide en 3 subregiones según la longitud de onda medida en nanómetros (nm), el cual equivale a un millonésimo de milímetro. Cuanto mas corta sea la longitud de onda, mayor energía tendrá la radiación.

Estas subregiones de radiación UV (\*) son:

- UV-A, entre 320 y 400 nm. Es la menos nociva y la que llega en mayor cantidad a la tierra. Casi todos los rayos UV-A pasan a través de la capa de ozono. Atraviesan la capa córnea, la epidermis y llegan hasta la dermis.

- UV-B, entre 280 y 320 nm. Puede ser muy nociva. La capa de ozono absorbe la mayor parte de los rayos UV-B provenientes del sol. Sin embargo, el actual deterioro de la capa de ozono aumenta la amenaza de este tipo de radiación. Atraviesan la piel en su capa externa o capa córnea, llegando hasta la epidermis.
- UV-C, entre 200 y 280 nm. Es la más nociva debido a su gran energía. Afortunadamente, el oxígeno y el ozono de la estratosfera absorben todos estos rayos UV-C. Por lo general no llega a la superficie terrestre, pero hay lugares del planeta, donde a consecuencia de la contaminación, esta protección natural ya no ofrece garantías.

**Indices de Radiación Ultravioleta (IUV)**

La necesidad de proporcionar al público una información de fácil comprensión sobre el UV y sus posibles efectos perjudiciales, ha llevado a los científicos a definir un parámetro que pueda utilizarse como un indicador de las exposiciones a la radiación UV. Este parámetro se denomina Índice UV y está relacionado con los bien conocidos efectos eritemáticos de la radiación solar UV sobre la piel humana, ha sido definido y normalizado bajo la supervisión de diversas instituciones internacionales tales como la OMM, OMS y UNEP.

El Índice UV (IUV) aparece ya en muchos informes y predicciones meteorológicas operacionales. En Europa por ejemplo, hay más de una docena de centros de predicción que difunden valores estimados del IUV para sus países o áreas regionales.

La siguiente escala presenta los valores del Índice UV, los cuales se definen en una escala de 0 a 16+ y el nivel de riesgo correspondiente. El nivel de riesgo tiene que ver con la cantidad de radiación ultravioleta que se recibe en la superficie de la tierra. Esta radiación ha sido dividida en seis niveles de riesgo (Mínimo, Bajo, Moderado, Alto, Muy Alto y Extremo) de acuerdo con recomendaciones efectuadas por las instituciones dermatológicas. Ver **Cuadro 1**.

**Cuadro 1. Índices y niveles de riesgo**

Valor del Índice	Nivel de Riesgo
0 - 3	Mínimo
4 - 5	Bajo
6 - 8	Moderado
9 - 12	Alto
13 - 16	Muy Alto
16+	Extremo

### Mínima Dosis de Eritemena (MED'S)

La Dosis Eritemática Mínima, denominada MED, es la energía media del sol, dentro del espectro UV-B que empieza a producir enrojecimiento de la piel si no cuenta con protección.

### Tipos de Piel

La piel del ser humano se divide en seis tipos según la intensidad de su pigmentación. Dependiendo del valor del Índice UV y de nuestro tipo de piel, la luz solar tardará mas o menos tiempo en dañar la piel de forma aguda provocando su enrojecimiento (quemadura).

A continuación se presentan los tipos de piel y su respuesta a la exposición solar.

**Cuadro 1 . Tipos de piel y respuesta a la exposición solar**

Tipos de Piel	Descripción	Respuesta a la Exposición Solar
I	Piel blanca con pecas.	Siempre se quema fácilmente. Nunca se broncea
II	Piel blanca	Siempre se quema fácilmente. Puede broncearse pero mínimamente
III	Trigueño Claro	Puede quemarse, pero será moderada. Puede broncearse gradualmente
IV	Trigueño	Puede quemarse, pero será mínima. Siempre se broncea.
V	Morenos	Muy rara vez se queman. Se broncea muy fácil.
VI	Negros	Nunca se quema. Se broncea profundamente.

FUENTE: Universidad Santiago de Compostela-España/Grupo de Física Non Lineal Disponible en <http://meteo.usc.es/castellano/informacion>

**Cuadro 3 . Índices UV-B calculados con sus respectivos tiempos de exposición a los rayos solares según tipo de piel**

Índice UV	Piel I y II	Piel III y IV	Piel V y VI
0 1 <b>MINIMO</b> 2 3	MED > 1 hora	MED > 2 horas	MED > 2 horas
4 5 <b>BAJO</b> 6	MED 40 min	MED > 1 hora	MED > 1 hora
7 <b>MODERADO</b> 8 9	MED 25 min	MED 40 min	MED 50 min
10 <b>ALTO</b> 11 12	MED 15-20 min	MED 25-30 min	MED 35-40 min
13-16 <b>MUY ALTO</b>	MED 10-15 min	MED 15-20 min	MED 20-30 min
16+ <b>EXTREMO</b>	MED < 10min	MED < 15 min	MED < 20 min

*Quemadura solar: Tiempo requerido para quemarse sin protección (MED)*

### Cálculo del Índice UV (IUV)

Para el cálculo del IUV se ha utilizado la información proveniente de los sensores de radiación ultravioleta-B, UV-Biometer Solar Light Modelo 501, instalados en las ciudades de Lima y Arequipa, a 112 y 2,450 m.s.n.m., respectivamente.

Asimismo se ha utilizado la información de la posición del sol en las diferentes épocas del año, la información de la concentración de ozono total para nuestras latitudes obtenido por un equipo denominado Espectrofotómetro Dobson, el cual se encuentra instalado en la Estación de Vigilancia Atmosférica Global de Marcapomacocha, ubicado en el distrito del mismo nombre, provincia de Yauli, departamento de Junín a una altitud de 4,479 metros sobre el nivel del mar, contrastado también por el sensor TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) de la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio) de los Estados Unidos y el tiempo solar verdadero hacia el mediodía solar (el cual no coincide exactamente con el mediodía convencional) para saber la hora de máxima radiación.

### 6. RESULTADOS DEL MONITOREO RADIACIÓN UV-B

#### Variación horaria de la Radiación UV-B

En la **Figura 1** se observa la distribución temporal de la radiación ultravioleta durante el mes de octubre del presente año, para las ciudades de Lima y Arequipa. Se expresa en irradiancia ponderada estando sus unidades en W/m<sup>2</sup>.

Los mayores niveles de irradiancia se siguen registrando en la ciudad de Arequipa con valores que alcanzan los 13.3 w/m<sup>2</sup>, casi un 50% mas con respecto al mes de setiembre, en el caso de la ciudad de Lima el mayor valor registrado fue de 7,6 W/m<sup>2</sup>, casi un 100% más con respecto al mes pasado.

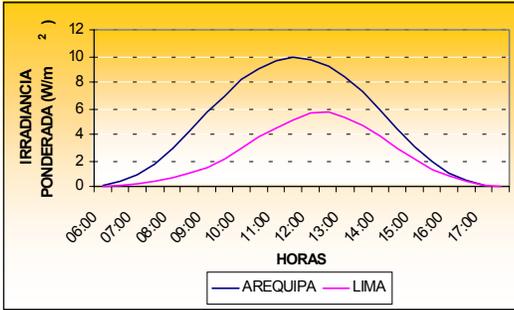
Cabe mencionar que estos valores picos se registraron entre las 11:30 horas y 12:30 horas, en el momento en que el sol se encontró en el punto mas alto (zenit).

Los niveles de radiación UV se irán incrementando a medida que nos acerquemos a la estación astronómica de verano.

En el caso de la ciudad de Lima la radiación UV aumentará rápidamente debido a una menor presencia de cobertura nubosa baja.

Si bien es cierto que las ciudades que se encuentran a mayor altitud son las que reciben mayor radiación UV comparados a los de la costa, cabe mencionar también que cuando se presenta el periodo de lluvias en la sierra del Perú, la cobertura nubosa generadora de precipitación, amortigua la intensidad de los rayos solares no permitiendo en parte que los valores se incrementen rápidamente.

**Figura 1. Variación horaria de la Radiación Ultravioleta - B**



**Irradiación acumulada (MEDs)**

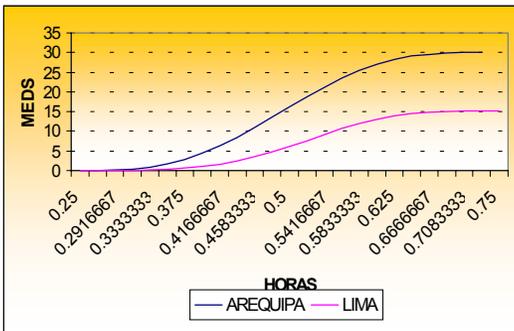
Este término es bastante usado por el sector salud dado de que nos da a conocer la cantidad de radiación UV que a sido acumulada durante un cierto intervalo de tiempo, está expresado en dosis de eritema que recibe una persona independiente del tipo de piel que posee.

Si la exposición de la persona a los rayos solares es por un tiempo muy prolongado, entonces sentirá posteriormente efectos en su salud, principalmente en la piel y los ojos.

En ese sentido, la **Figura 2** muestra la curva de irradiación acumulada promedio del mes de octubre, los cuales son expresados en MED's (Mínima Dosis de Eritema) para las ciudades mencionadas al inicio del análisis.

Se debe indicar que un MED no es nada mas que la dosis efectiva de radiación UV el cual produce un enrojecimiento observable de la piel humana sin exposición previa al sol.

**Gráfico 2. Irradiación acumulada promedio mensual**



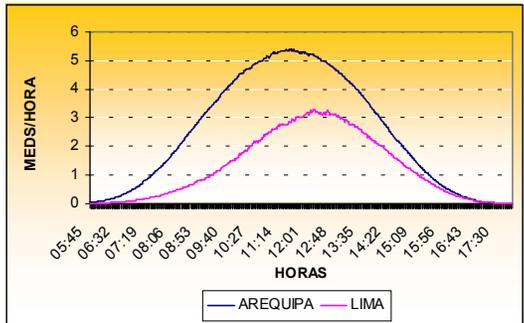
La **Figura 3** muestra para la ciudad de Arequipa una irradiación acumulada de 30 MED's, mientras que en Lima fue de 15,2 MED's. Si nos ponemos a pensar un momento nos daremos cuenta que existen muchas personas que por la diversidad de sus trabajos están expuestas a los rayos solares, en forma directa desde muy temprano hasta muy tarde como por ejemplo los policías de tránsito, ambulantes, hombres de campo, etc. En ese sentido, si la exposición se da en forma continua, el efecto en la salud de los mismos será muy rápida.

Si por ejemplo una persona quisiera saber la dosis de radiación UV que está recibiendo por hora, entonces el siguiente gráfico nos ayudará a entender mejor lo que se quiere expresar.

En ella se observa que entre las 10 y 15 horas se recibe casi el 75% de toda la radiación UV que incide sobre la superficie terrestre, por lo tanto es importante que las personas no se expongan demasiado tiempo al sol en ese lapso de horas con la finalidad de que no puedan ser afectados en su salud.

Las mayores dosis por hora, de acuerdo a la figura, se reciben en horas cercanas al mediodía con valores de 5,3 Med's/hora y 3,2 Med's/hora para las ciudades de Arequipa y Lima respectivamente.

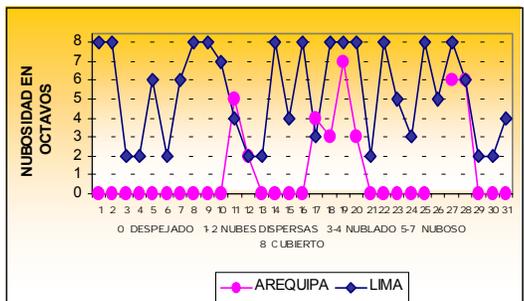
**Gráfico 3. Irradiación promedio mensual**



**Cobertura Nubosa**

Existen varios factores que modifican la intensidad de la radiación UV como son la altitud, latitud, albedo, concentración de ozono y nubosidad. La **Figura 4** muestra la distribución mensual de la cobertura nubosa para las 13 horas en las ciudades de Lima y Arequipa.

**Figura 4. Cobertura nubosa a las 13:00 horas**



En Arequipa sigue predominando cielo despejado con algunos días con cielo nublado, mientras que en Lima aumentó la cantidad de días con cielo entre nuboso y nublado dándonos a entender que en los próximos meses con la llegada del verano aumentaran los niveles de radiación UV.

Por otro lado cabe mencionar que las nubosidades altas como los cirrus y cirrus stratós dejan pasar casi completamente la radiación UV por lo que no nos protegen en casi nada de este tipo de radiación.

Gran parte de los rayos solares son reflejados a la atmósfera debido a la presencia de cobertura nubosa baja y media, por lo que es importante considerar esta variable meteorológica para los análisis de la radiación UV.

En la sierra del Perú a partir de los meses de octubre a noviembre por lo general empiezan a prevalecer nubosidades de gran desarrollo vertical, los cuales generan precipitación. Estas inciden en la intensidad de los rayos solares creando un efecto de amortiguamiento.

**Indice de Radiación Ultravioleta (IUV)**

En base a los análisis de la irradiancia, el albedo del lugar, valores de concentración de ozono para nuestro País y cobertura nubosa, se calcularon los índices de radiación UV (IUV), el cual viene a ser un parámetro que se utiliza como un indicador de las exposiciones a la radiación y está relacionado con los conocidos efectos eritemáticos de la radiación solar UV sobre la piel humana.

La **Figura 5** nos indica los Indices de radiación ultravioleta-B calculados para el mes de octubre del pre-

sente año para las ciudades de Arequipa y Lima.

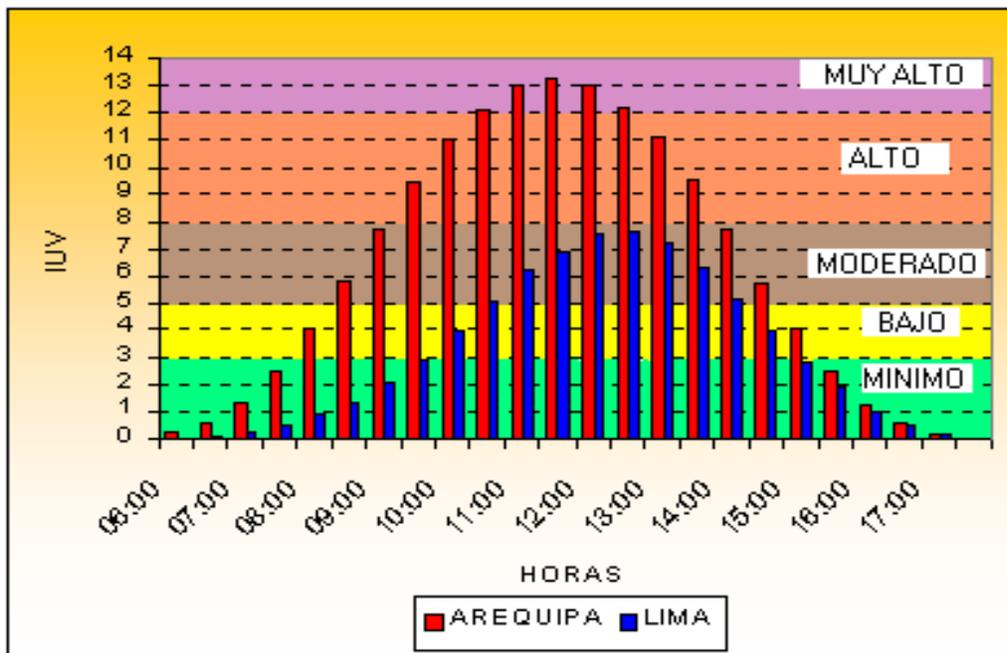
Durante el mes de octubre los mayores índices IV se registraron en la ciudad de Arequipa con un valor promedio al mediodía de 13 (considerado como un nivel de riesgo muy alto), mientras que en Lima el mayor índice IUV fue de 7 en promedio (con un nivel de riesgo moderado)

De lo expuesto podemos decir a manera de ejemplo, que una persona de piel blanca que estuvo en Arequipa donde el IUV al mediodía fue de 13, el máximo periodo de tiempo que esta persona pudo exponerse al sol sin enrojecimiento de la piel, fue de 10 - 15 minutos, mientras que si la misma persona hubiera estado en Lima (con un IUV de 7) el tiempo de exposición sería de 25 minutos. Por encima de estos periodos de tiempo, la persona pudo haber observado un enrojecimiento en la piel, el cual le hubiese causado serios daños en la misma, si la exposición continuó.

Con los mismos índices antes mencionados, una persona que se encontró en Arequipa con un tipo de piel que varió entre trigueño claro y trigueño, los tiempos máximos de exposición al sol sin haber sufrido daños a la piel, fue de 15 - 20 minutos, mientras que si la misma persona hubiera estado en Lima, el tiempo de exposición al sol máximo fue de 40 minutos.

Cabe resaltar que las personas de piel blanca con pecas y las de piel blanca sin pecas son las mas expuestas a contraer enfermedades dérmicas (cáncer en la piel) y oculares (cataratas en la vista), si es que su exposición al sol sobrepasa ciertos límites y se mantiene continuamente expuesta a esta elevada radiación solar.

**Figura 5. Indices de Radiación Ultravioleta - B mensual para Lima y Arequipa- Octubre 2004**



## 7. PRONOSTICO DEL INDICE IUV PARA EL MES DE NOVIEMBRE 2004

### **PARA LIMA**

Para el mes de noviembre, se pronostica un aumento en la intensidad de la radiación UV-B así como en el índice IUV debido a una mayor incidencia de radiación solar ultravioleta producto de la disminución en la frecuencia de cobertura nubosa baja del tipo estratos y estrato cumulus en la ciudad capital lo que permitirá tener mas días soleados con respecto al mes de octubre, asimismo se sustentará aún mas con el acercamiento de la estación astronómica de verano. Se presentarán algunos días con cielo nublado a despejado. Se prevé para el mediodía un IUV entre 10 y 11 en promedio, considerado con un nivel de riesgo alto. Ver **Cuadro 3.**

### **PARA AREQUIPA**

Para el mes de noviembre, debido a las condiciones meteorológicas que prevalecerán, las concentraciones de ozono para este lugar y la altitud a la que se encuentra la ciudad de Arequipa, se pronostican índices IUV que van a oscilar entre 14 - 15. El nivel de riesgo para las personas será muy alto, por lo que no es conveniente que las personas de tez blanca principalmente, se expongan mayor tiempo directamente al sol, sin protector solar. Ver **Cuadro 3.**

**Cuadro 3.- Pronóstico del Índice UV-B**

	IUV OBSERVADO OCTUBRE	IUV PRONOSTICADO NOVIEMBRE	NIVEL DE RIESGO
<b>LIMA</b>	7	10 – 11	*ALTO
<b>AREQUIPA</b>	13	14 – 15	*MUY ALTO

### **Recomendaciones**

Por lo anteriormente mostrado, se recomienda a la población considerar las siguientes medidas para reducir la probabilidad de sufrir quemaduras, daños oculares y enfermedades ocasionadas por exposición permanente:

- Es importante el uso de protectores solares en las horas de máxima insolación.
- Es recomendable el uso de sombreros, gorros y lentes de sol cuyos cristales absorban la radiación UV-B.
- Minimizar la exposición al sol en hora de máxima radiación (de 10:00 a 15:00 hora local).
- Se debe proteger a los niños evitando su exposición excesiva al sol.
- Es recomendable que los policías de tránsito, profesores de educación física, ambulantes, turistas y público en general, tomen ciertas precauciones en cuanto a la exposición directa a los rayos solares por mucho tiempo.