



AÑO I, N° 1 FEBRERO, 2001

**METEOROLOGIA - HIDROLOGIA - AGROMETEOROLOGIA - AMBIENTE**

# **BOLETIN METEOROLOGICO E HIDROLOGICO DEL PERU**

---

**PUBLICACION TECNICA MENSUAL DE DISTRIBUCION NACIONAL E INTERNACIONAL  
DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU - SENAMHI**



AÑO I, N° 1 FEBRERO, 2001

**METEOROLOGIA—HIDROLOGIA—AGROMETEOROLOGIA—AMBIENTE**

# **BOLETIN METEOROLOGICO E HIDROLOGICO DEL PERU**

---

PUBLICACION TECNICA MENSUAL DE DISTRIBUCION NACIONAL E INTERNACIONAL  
DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU - SENAMHI

# **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  
**GUSTAVO EBERMANN TREMOLADA**  
Jefe del SENAMHI  
Representante Permanente del Perú  
Ante la OMM

Coronel FAP  
**GUILLERMO CAMPOS MORALES**  
Director Técnico del SENAMHI

Coronel FAP  
**RAFAEL CAMPOS CRUZADO**  
Director Técnico—Adjunto

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

**Ing. JORGE YERREN SUAREZ**  
Director General de Hidrología y RR.HH

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

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

## **EDITORES**

Ing. ESEQUIEL VILLEGAS PAREDES  
Eco. JULIO CANALES FALCON

## **Diagramación**

JUAN ULLOA NINAHUAMAN

# EDITORIAL

*Son cada vez más evidentes los efectos que ejerce el clima en las diversas actividades socio-económicas de nuestro país. En ese contexto, el SENAMHI, como ente rector de las actividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y medio ambientales, asume una gran responsabilidad en la contribución a la planificación y desarrollo de los diversos sectores productivos del país, a través de las investigaciones científicas, estudios, pronósticos y actividades que realiza en áreas de su competencia.*

*Para enfrentar este reto, el SENAMHI ha modernizado su infraestructura técnica mediante la adquisición de equipos de alta tecnología, que permiten monitorear en tiempo real los diferentes parámetros meteorológicos e hidrológicos a nivel nacional y mundial así como desarrollar modelos numéricos para disponer de los principales productos que este sistema otorga, contando para ello con personal profesional altamente capacitado.*

*Parte de estos resultados queremos reflejarlos en el **Boletín meteorológico e hidrológico del Perú** que a partir del presente año editará el SENAMHI, cuyo primer número nos complace presentar a ustedes en el marco de las celebraciones del 32º Aniversario y que esperamos se constituya en una valiosa herramienta de consulta y aplicación para que los diferentes sectores del quehacer nacional puedan planificar sus actividades. Obviamente, con este propósito asumimos el gran compromiso de mantenernos a la vanguardia de los últimos avances científicos y tecnológicos en materia de meteorología e hidrología.*

*El presente Boletín se editará en forma mensual y cada uno será portador de la permanente vocación por contribuir en los procesos de desarrollo de nuestro país. En él se consolidará las publicaciones que se venían difundiendo, tales como: Monitoreo del Fenómeno "El Niño", Vigilancia Hidrológica del Perú y Monitoreo de la Contaminación Atmosférica; sin que ello implique que dejen de elaborarse, pues tendrán acceso con solo ingresar a la página web del Servicio : <http://www.senamhi.gob.pe> de la Dirección de Línea responsable.*

*Esperamos que esta publicación pueda colmar las expectativas de sus lectores y asimismo nos permitan mejorarla con sus comentarios y sugerencias que serán muy apreciados.*

**EL EDITOR**

Pro: D. S. G.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU  
- SENAMHI -

**BOLETIN  
METEOROLOGICO E HIDROLOGICO  
DEL PERU**

***INDICE***

**EDITORIAL**

<b>I. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES OCÉANO-ATMOSFERICAS: FEBRERO 2001</b> .....	<b>01</b>
1. Macro escala .....	01
2. Nivel nacional .....	03
3. Perspectivas climáticas .....	09
<b>II. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLOGICAS: FEBRERO 2001</b> .....	<b>10</b>
1. Índices agrometeorológicos, fenológicos y estado de los cultivos: costa, sierra y selva .....	10
2. Tendencias agrometeorológicas .....	14
<b>III.-EVALUACIÓN DEL REGIMEN HIDROLÓGICO</b>	
<b>DE LOS PRINCIPALES RIOS DEL PERU: ENERO – FEBRERO 2001</b> .....	<b>15</b>
1. Vertiente del Océano Pacífico .....	15
2. Vertiente del Lago Titicaca .....	19
3. Vertiente del Océano Atlántico .....	21
4. Tendencias .....	23
<b>IV. MEDIO AMBIENTE</b> .....	<b>24</b>
1. Monitoreo de la contaminación atmosférica de Lima Metropolitana – enero 2001 .....	24
2. Monitoreo de la radiación ultravioleta – B en Lima y Arequipa .....	36

I. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES OCEANO –ATMOSFERICAS : FEBRERO 2001

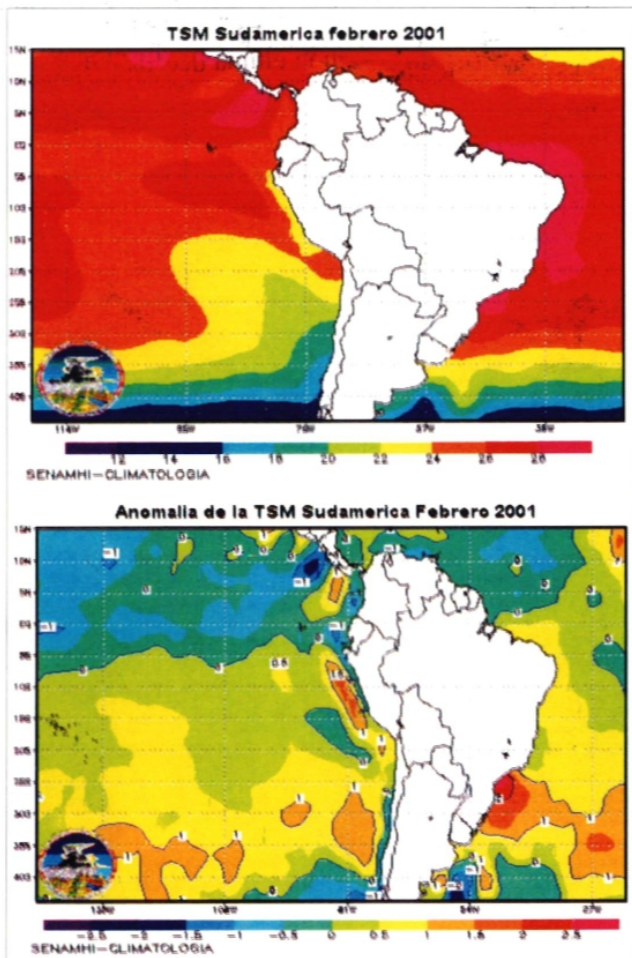
1. MACRO ESCALA

1.1 Temperatura de agua de mar: superficial y a profundidad

La temperatura superficial de agua mar (TSM) en el Pacífico ecuatorial central y occidental disminuyó respecto a enero, observándose un núcleo de anomalías de  $-1^{\circ}\text{C}$  sobre la línea ecuatorial alrededor de los  $170^{\circ}\text{W}$ . En el resto del Pacífico ecuatorial la TSM presentó valores cercanos a sus normales, observándose inclusive temperaturas ligeramente superiores a sus normales frente a la costa norte del Perú.

Frente a la costa sudamericana la TSM presentó anomalías negativas de  $-1,0^{\circ}\text{C}$  frente a las costas del Ecuador, en tanto que frente a las costas de Perú se observó un núcleo de aguas cálidas con anomalías de  $+1^{\circ}$  a  $+1,5^{\circ}\text{C}$ ; del mismo modo frente a la costa central y sur de Chile se registraron anomalías de  $+1^{\circ}\text{C}$  (Fig.1).

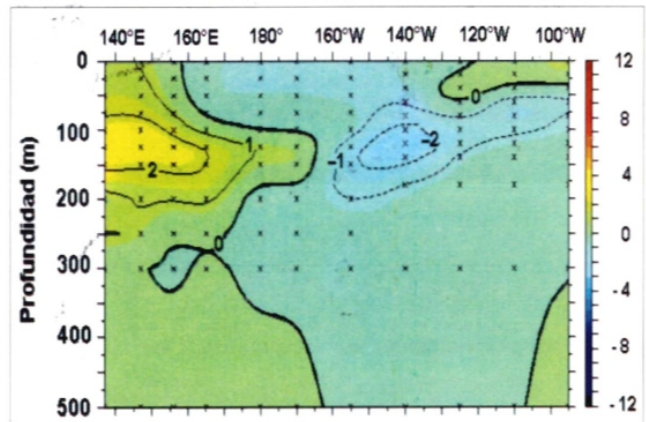
Figura 1 - TSM y anomalías en Sudamérica—febrero 2001 ( $^{\circ}\text{C}$ )



La temperatura de agua de mar a profundidad (temperatura subsuperficial del mar-TSSM), entre los  $2^{\circ}\text{N}$  y  $2^{\circ}\text{S}$ , presentó temperaturas superiores a su patrón climatológico observándose un núcleo con anomalías de  $+2^{\circ}\text{C}$  a profundidades de 75 a 155 m; asimismo un área con anomalías de  $+1^{\circ}\text{C}$  que abarcó desde la superficie hasta los 200 m de profundidad. Respecto a enero se observó un ligero retroceso hacia el oeste de las anomalías positivas.

En cuanto a las anomalías negativas, éstas se desplazaron hacia el Pacífico central observándose un núcleo de  $-2^{\circ}\text{C}$  a profundidades de 100 a 150 m y el núcleo de  $-1^{\circ}\text{C}$  a profundidades de 60 a 200 m, viéndose una disipación de las anomalías negativas respecto a enero (Fig.2).

Figura 2 - Anomalia de la temperatura subsuperficial de agua de mar ( $^{\circ}\text{C}$ )  $2^{\circ}\text{N} - 2^{\circ}\text{S}$  - febrero 2001



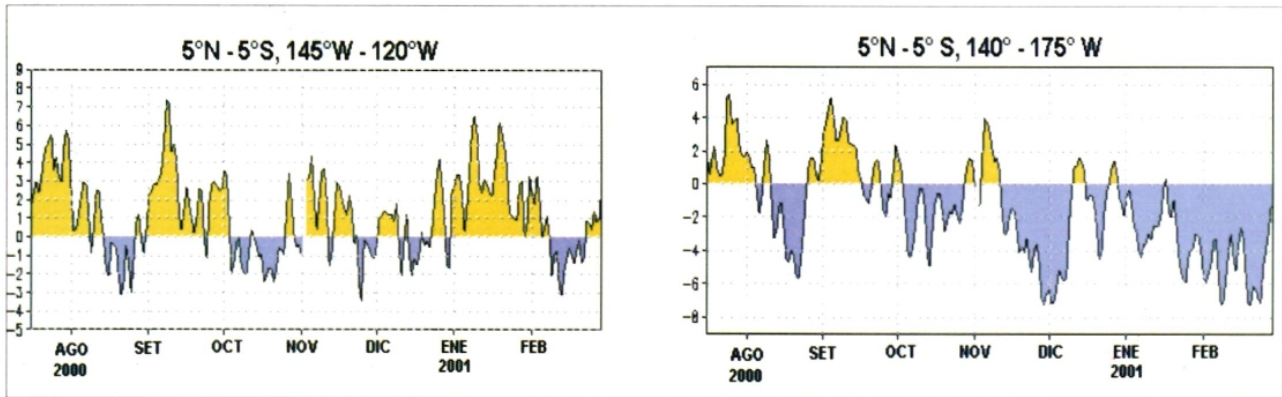
1.2 Vientos ecuatoriales oceánicos – Índice de Oscilación del Sur-IOS

El comportamiento de los vientos en el Pacífico oriental ( $5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$  y  $145^{\circ}\text{W}$  a  $120^{\circ}\text{W}$ ) fue variable; se presentaron vientos de componente Este en gran parte del mes y ligeros vientos de componente Oeste en la última semana ( Fig. 3).

En el Pacífico central ( $5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$  y  $140^{\circ}\text{W} - 175^{\circ}\text{W}$ ) durante el mes se observó la intensificación de los vientos de componente Este, con un índice zonal de  $-7$ , el mayor valor observado en los últimos meses ( Fig. 3).

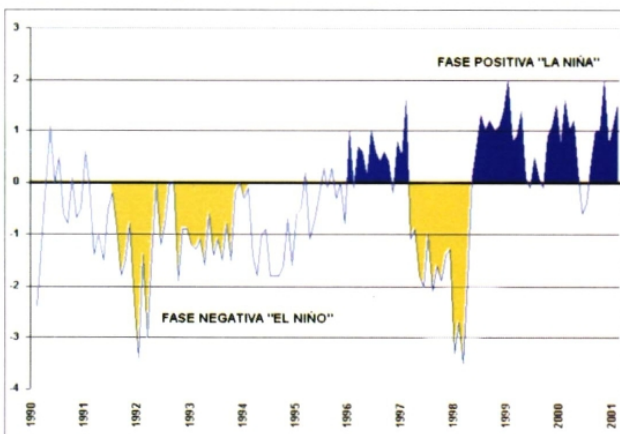
En el Pacífico occidental ( $5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$  y  $135^{\circ}\text{E} - 180^{\circ}$ ) en general dominaron vientos de componente Este, observándose un debilitamiento hacia fines del mes.

Figura 3 - Anomalías de los vientos ecuatoriales en el Pacífico oriental y central



La frecuencia e intensificación de los vientos de dirección Este en gran parte del Pacífico ecuatorial puede estar asociada a la intensificación del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) y a su ligera ubicación al oeste de su posición normal. Este comportamiento ocasionó que las presiones en el Pacífico ecuatorial occidental, evaluadas en la estación de Darwin-Australia, presenten valores muy por debajo de su patrón normal (anomalías de  $-2,9$  hPa), mientras que en el Pacífico oriental las presiones evaluadas en la estación de Tahití presentaron valores cercanos a sus normales (anomalías de  $-0,5$  hPa). Este comportamiento originó que el Índice de Oscilación del Sur-*IOS* muestre el valor de 1,5 superior a lo observado en enero. Este valor indica la continuación de la fase positiva *La Niña* (Fig. 4).

Figura 4 - Índice de Oscilación del Sur—*IOS*



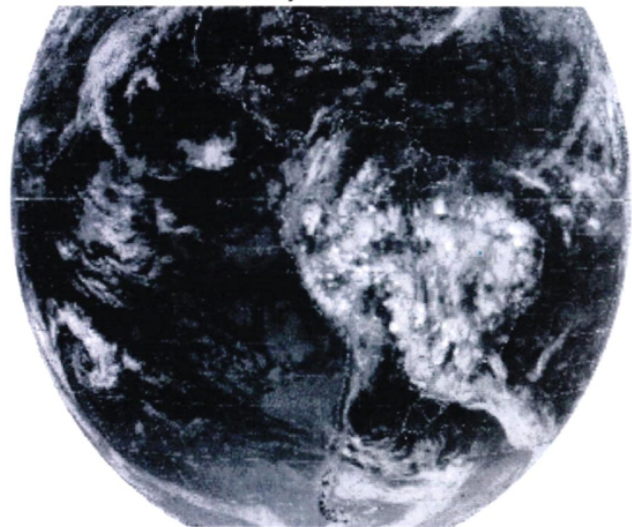
Fuente: Preparado por SENAMHI con datos de NCEP/NOAA

### 1.3 Zona de Convergencia Intertropical

La banda nubosa asociada a la ZCIT sobre el Pacífico ecuatorial este estuvo al sur de su posición normal con una actividad convectiva de ligera a moderada, asociada a la presencia de anomalías positivas de agua de mar e intensos vientos alisios provenientes del hemisferio norte (Fig. 5).

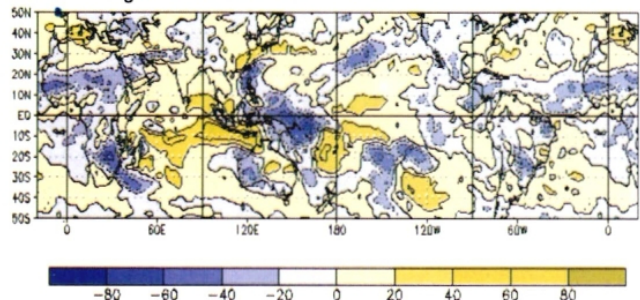
Sobre el continente la ZCIT se observó dentro de su posición normal con una actividad de ligera intensidad que asociada a un frente extratropical ocasionó lluvias significativas en la última década del mes en la selva norte del país.

Figura 5 - Imagen satelítica del GOES 8, del 20 de febrero. Se aprecia la escasa actividad convectiva (nubes) en la zona de Piura y Tumbes



Se constató la presencia de nubosidad convectiva (valores negativos), sobre la parte nororiental y sur del Perú (figura 6).

Figura 6 - Anomalía de la radiación en onda larga: segunda década de febrero 2001.

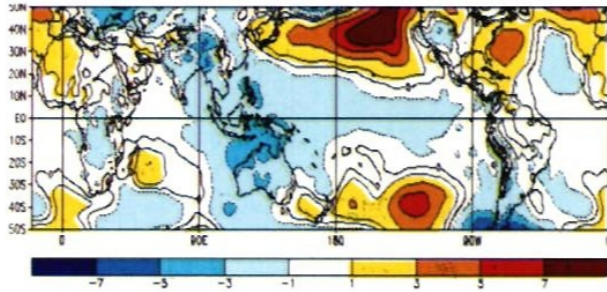


### 1.4 Anticiclón del Pacífico Sur— APS

El anticiclón del Pacífico sur-APS se ubicó alrededor de su posición normal ( $35^{\circ}$ S), aunque ligeramente desplazado hacia el oeste, con un núcleo de

1024 hPa, en promedio. Muestra, asimismo, anomalías de hasta +5 hPa ( fig. 7).

**Figura 7 - Anomalia de la presión atmosférica—Febrero 2001**



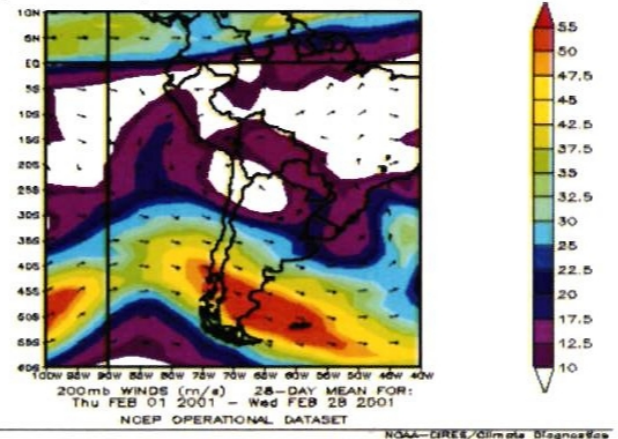
El núcleo del APS al alejarse del continente sudamericano permitió que grandes masas de aire cálido y húmedo incursionaran por el sur de nuestro continente, en muchos de los casos en forma paralela a la costa occidental sudamericana provocando cielo con escasa cobertura nubosa durante el día y el consiguiente incremento de la temperatura del aire, a lo que también se sumó la alta sensación térmica de bochorno, asociada al debilitamiento de los vientos alisios en superficie que influyen en gran parte la costa norte y central del Perú.

**1.5 Alta de Bolivia (200 hPa)**

Durante el mes de febrero la circulación de los vientos del oeste desde el nivel de los 400 hPa a niveles superiores fue muy regular entre finales de la primera y mediados de la tercera década del mes

en la zona norte del Perú, observándose frecuentemente vaguadas (áreas influenciadas por bajas presiones) sobre la zona norte del continente sudamericano. Los débiles flujos que presentó la Alta de Bolivia (eje este-oeste) ubicada sobre 23°S y la circulación en la región nor-oriental del país que presenta una deflexión al este inhibieron el desarrollo vertical de las nubes en el centro del país. La sierra norte fue marcadamente afectada con déficit de precipitaciones (Fig.8).

**Figura 8 - Viento promedio en m/s en 200 hPa para el mes de febrero**



Estas condiciones permitieron el frecuente desarrollo de la actividad convectiva, la cual estuvo por encima de lo normal en la sierra sur, con intensas precipitaciones en el altiplano peruano-boliviano.

**2. NIVEL NACIONAL**

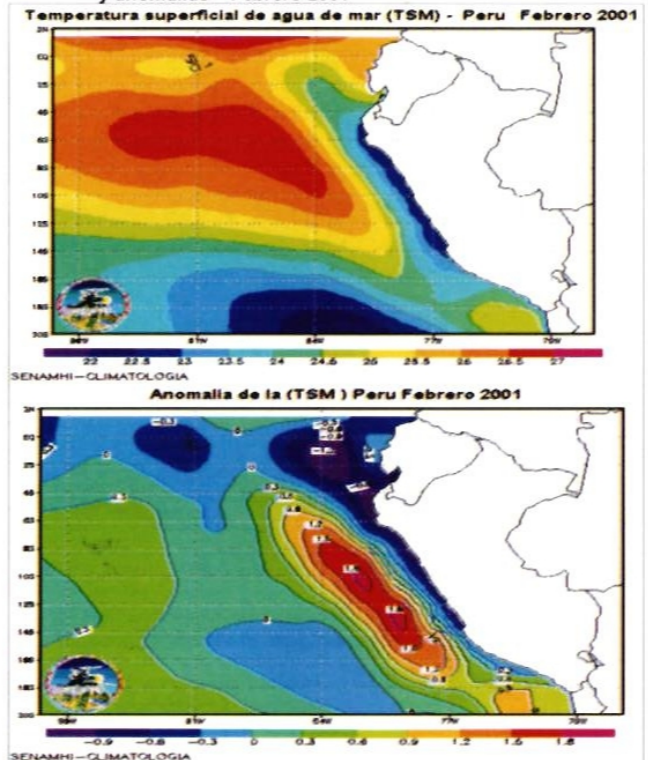
**2.1 Condiciones en el mar peruano**

La TSM frente a nuestro litoral en el mes de febrero mostró un calentamiento moderado, hecho que se debió al desplazamiento de masas de agua oceánica ecuatorial las cuales se fueron disipando hacia fines de mes; este calentamiento generó un núcleo con anomalías de +0,3° a +1,8°C en promedio, entre la costa central y norte (Fig. 9).

El comportamiento de la TSM frente al litoral peruano mostró inestabilidad térmica, con períodos alternados de incremento y marcado descenso de la TSM, según lo reportado por las estaciones costeras. En la costa norte se registraron temperaturas que oscilaron de 17° a 25°C, en la costa central de 15° a 19°C y en la costa sur de 15° a 19°C (Fig. 10a).

Las temperaturas del mar comparadas con sus normales generaron anomalías negativas de -1,4°C entre Paita y Chicama (costa norte), anomalías que predominaron durante las dos primeras semanas del mes y anomalías de -1,9°C entre Callao y Pisco

**Figura 9 - Temperatura superficial del mar (TSM) y anomalias - Febrero 2001**

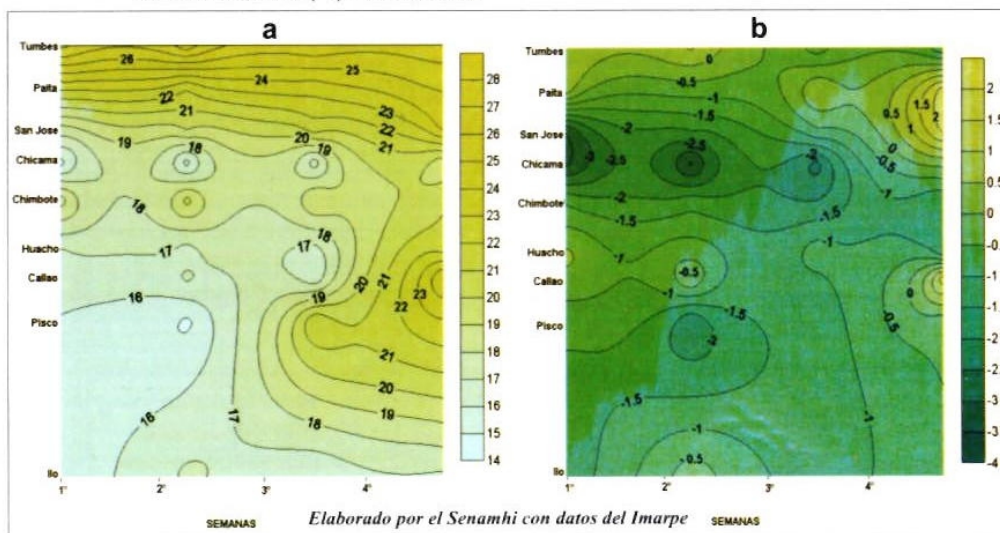




## Meteorología

entre la tercera y cuarta semana (fuerte afloramiento en las zonas costeras del litoral, fig. 10b).

Figura 10 - Temperatura y anomalía superficial de agua de mar en zonas costeras (°C) - Febrero 2001



En la costa la temperatura mínima presentó anomalías positivas en respuesta al incremento de la temperatura superficial del mar. En la parte norte del territorio peruano (sierra y selva) se observaron anomalías negativas hasta de  $-2^{\circ}\text{C}$  originadas por la poca cobertura nubosa, lo cual no favoreció la ocurrencia normal de las lluvias. Desde la parte central de la sierra norte (Cajamarca) hasta la

sierra sur (Puno) las temperaturas mínimas registraron ligeras anomalías positivas, favorecidas por los procesos convectivos en la zona, sin embargo, un sector de la sierra central presentó anomalías negativas. En la selva sur, central y parte oriental de la selva norte se presentaron ligeras anomalías negativas debido a la presencia de nubes convectivas que favorecieron las precipitaciones (Mapa 2).

## 2.2 Temperaturas del aire

### Temperatura máxima

A nivel nacional las temperaturas oscilaron entre  $12^{\circ}\text{C}$  (sierra central y sur) a  $34^{\circ}\text{C}$  (costa norte).

En la mayor parte de la costa las temperaturas máximas presentaron anomalías positivas debido que el cielo estuvo despejado. En la costa central se presentaron ligeras anomalías negativas debido al cielo cubierto por nubes medias y altas que ocasionaron trasvases.

La variación de las temperaturas máximas respecto a sus patrones climatológicos presentó anomalías negativas en la sierra y selva sur, las cuales se debieron a la cobertura nubosa que favoreció las precipitaciones de fuerte intensidad; asimismo, en parte de la sierra y selva central las temperaturas fueron inferiores a sus respectivas normales. La sierra norte y la parte nor-oriental de la selva norte presentaron anomalías negativas, en tanto que hacia el sur-oeste de la selva se registraron anomalías positivas debido a la poca cobertura nubosa, por ende poca precipitación (200 mm) en la amazonía (Mapa 1).

### Temperatura mínima

Las temperaturas mínimas oscilaron desde

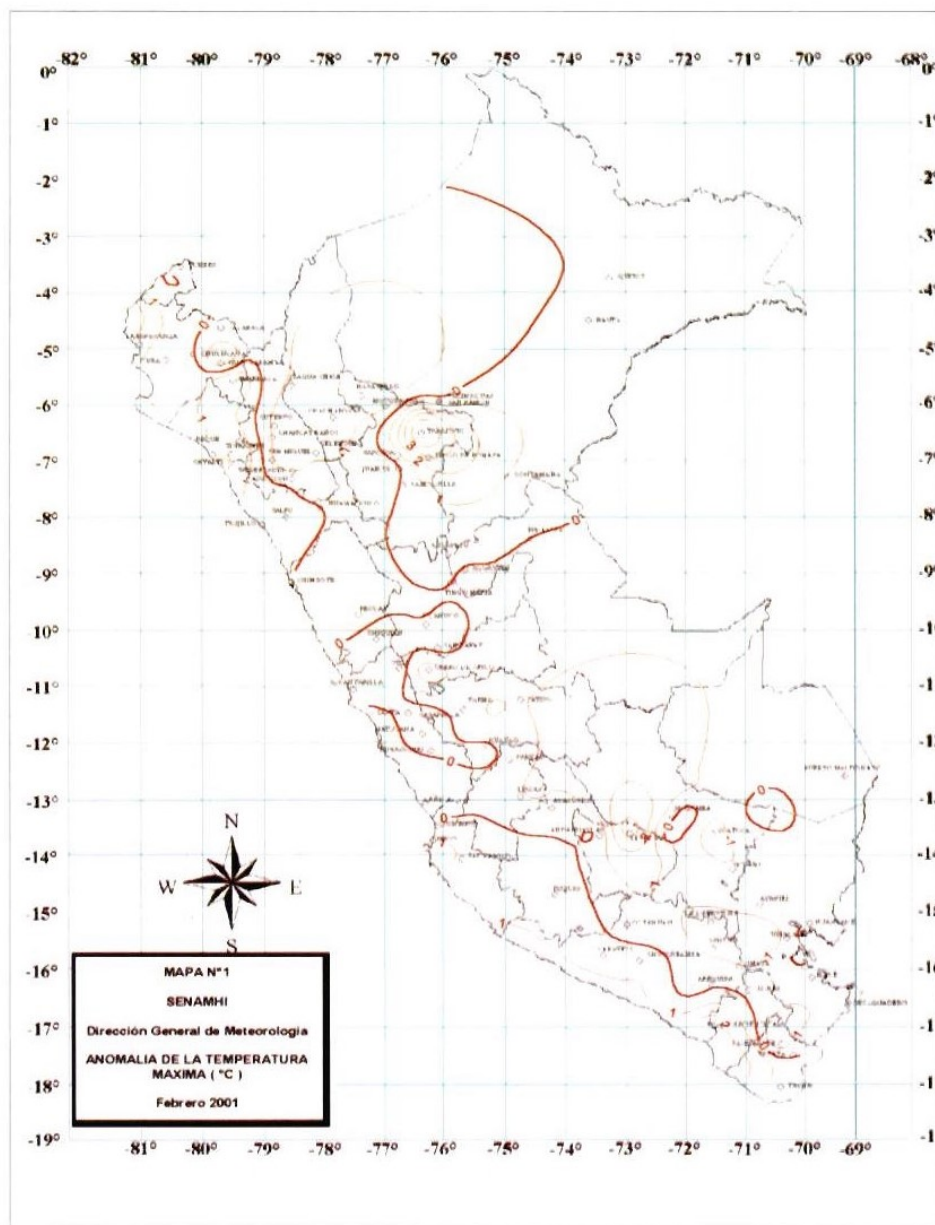
### Heladas meteorológicas

La frecuencia e intensidad de las heladas meteorológicas disminuyeron en relación a los meses anteriores, presentándose en forma localizada en la sierra sur comprendidas entre los departamentos de Puno, Arequipa y las partes altas de Tacna; asimismo, en la sierra central (Pasco) las heladas meteorológicas se presentaron en forma aislada. La helada meteorológica de mayor intensidad ( $-4^{\circ}\text{C}$ ) se presentó en la sierra de Tacna, en la tercera década (21-28) del mes, debido a la escasa cobertura nubosa (Tabla 1).

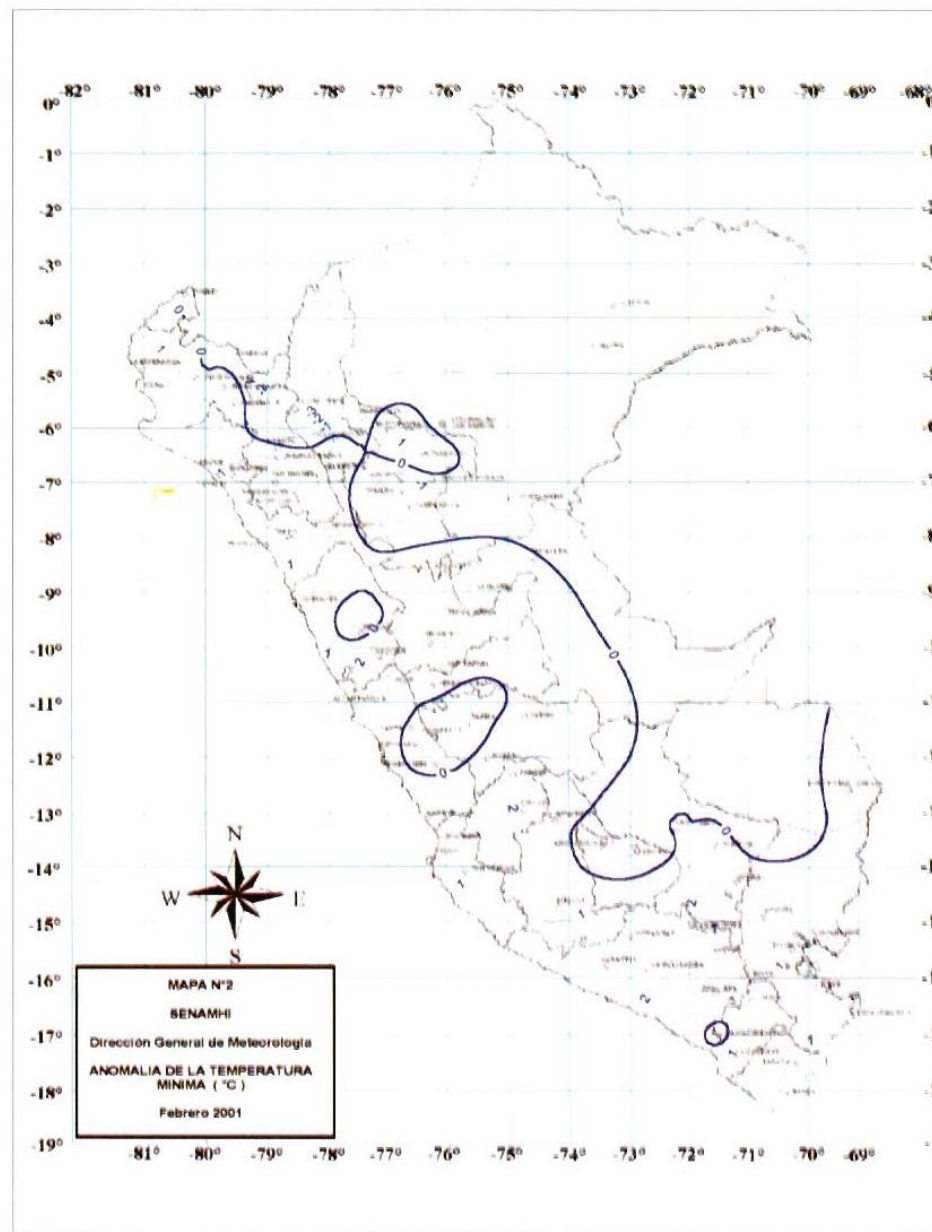
Tabla 1 - Heladas meteorológicas

DEPARTAMENTO	ESTACION	1ª DECADIA		2ª DECADIA		3ª DECADIA		MENSUAL		
		Nº días	Intensidad (°C)	Nº días	Intensidad (°C)	Nº días	Intensidad (°C)	Nº días	Mayor Intensidad (°C)	Frecuencia (%)
AREQUIPA	Imata	2	-2,5	2	-0,6	5	-2,5	9	-2,5	32,1
TACNA	Chuapalca	4	-1,5	2	-1,5	3	-4,0	9	-4,0	32,1
PUNO	Crucero Alto	1	-1,6	4	-1,2	6	-2,2	11	-2,2	39,2
	Crucero (P)	1	-2,0	-	-	-	-	1	-2,0	3,6
	Pamapahuta	-	-	4	-1,6	2	-1,2	6	-1,6	21,4
CERRO DE PASCO	Cerro de Pasco	1	-0,4	-	-	1	-0,1	2	-0,4	7,2

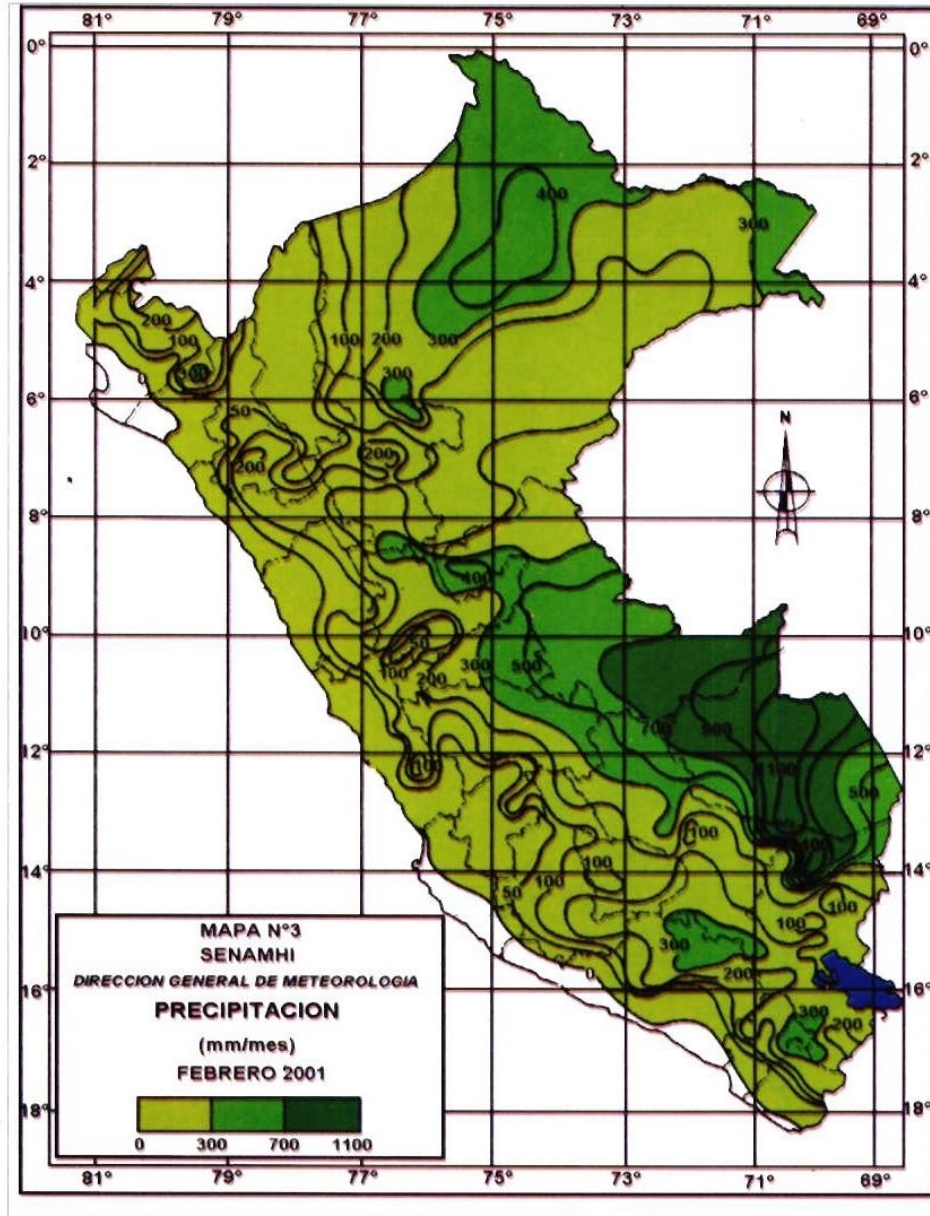
Mapa 1— Anomalia de la temperatura máxima



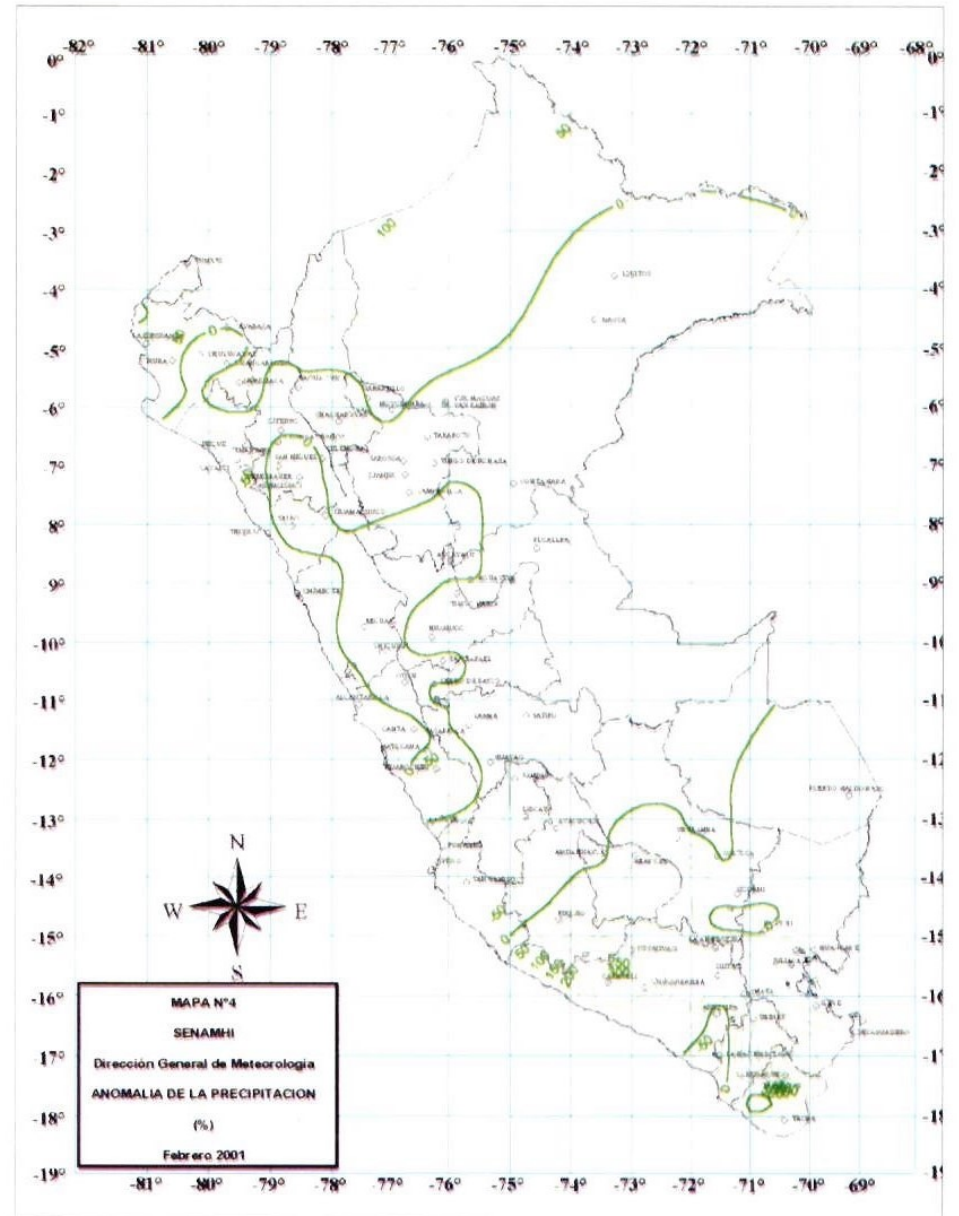
Mapa 2 - Anomalia de la temperatura minima



Mapa 3 - Precipitación—Febrero 2001



Mapa 4 - Anomalia de la precipitación - Febrero 2001

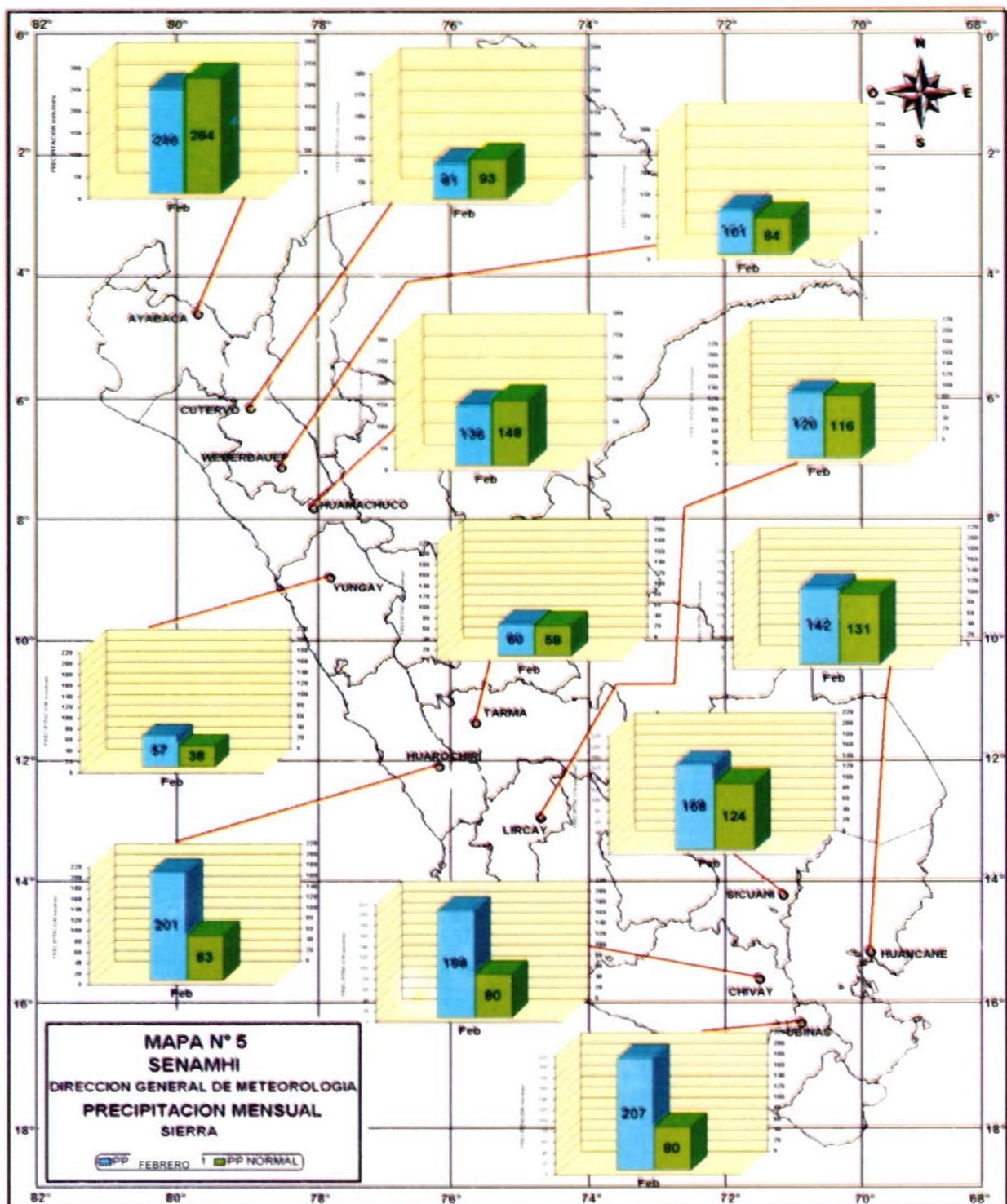


**2.3 Precipitación**

En la costa las lluvias fueron escasas, registrándose precipitaciones en algunos días debido a trasvases pero que no superaron a sus patrones climatológicos. En la sierra las lluvias oscilaron desde 50 mm (sierra central) hasta 300 mm (sierra sur). En la sel-

va las lluvias variaron desde 100 (selva nor-occidental) a 1100 mm (en la selva sur, mapa 3). Estas precipitaciones resultaron superiores (anomalías positivas) a sus normales climatológicas en la zona sur, parte de la sierra y selva central y la costa norte debido a la intensificación de la alta de Bolivia y de la actividad de la Zona de Convergencia Intertropical (Mapa 4).

Mapa 5 - Distribución de la lluvia en la sierra



# Meteorología

## Sierra

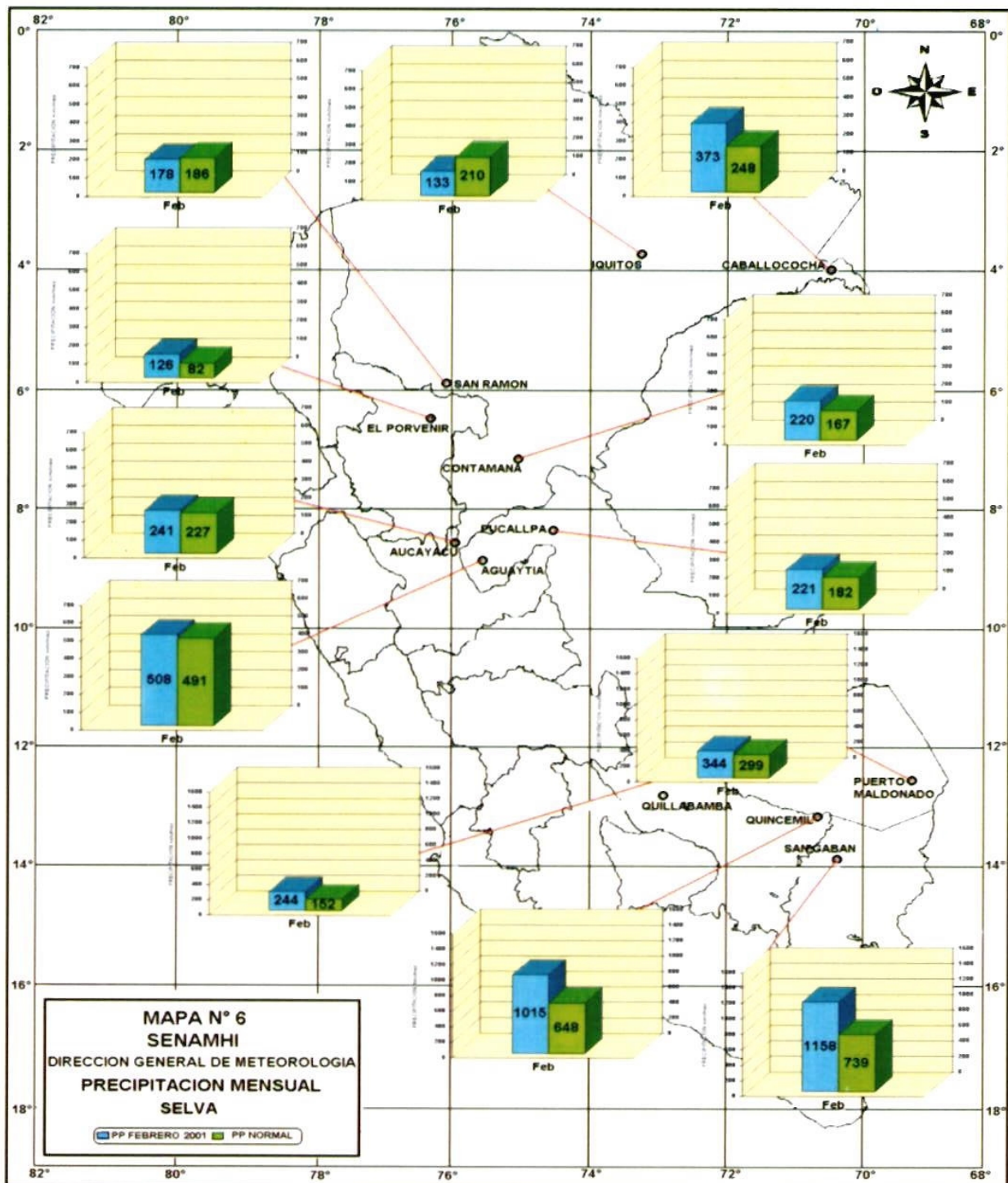
Las precipitaciones durante el mes de febrero superaron significativamente (100%) a sus normales en la sierra sur. En la sierra central las lluvias tuvieron un similar comportamiento a su patrón climatológico, a excepción de Huarochiri (cordillera occidental) donde las lluvias superaron significativamente a su normal climatológica. Por otro lado en la sierra norte (sierra de Piura y La Libertad, norte de Cajamarca) las lluvias se registraron inferiores a sus normales (anomalías negativas), en tanto que

hacia el sur del departamento de Cajamarca se registró ligera anomalía positiva de la precipitación (Mapa 5).

## Selva:

Las lluvias fueron superiores a su normal climatológica en gran parte de la selva, excepto en la parte nor-occidental de la selva norte (San Ramón, Iquitos) donde las lluvias fueron inferiores a sus normales hasta en 40% (Mapa 6).

Mapa 6 - Distribución de la lluvia en la selva



### 3. PERSPECTIVAS CLIMATICAS

El comportamiento océano-atmosférico a macro escala muestra una tendencia hacia la normalización. Asimismo, la configuración de los sistemas atmosféricos a nivel sinóptico indica que la costa peruana se verá afectada aún por presencia de nieblas en las zonas cercanas al mar, en especial la costa central y por presencia de lluvias en la costa norte como producto de trasvases (paso de humedad de la vertiente oriental) y a la probable formación e intensificación de la banda secundaria de la Zona Intertropical de Convergencia, en respuesta del incremento de la TSM en el Pacífico ecuatorial oriental.

Las temperaturas extremas continuarán incrementándose, en especial la temperatura mínima en la costa norte. Respecto a la costa central y sur, las temperaturas extremas (máxima y mínima) se presentarán dentro de su variabilidad normal.

Las temperaturas máximas del aire en la sierra se incrementará especialmente en la sierra sur; en la selva se tendrán ligeras anomalías positivas. La temperatura mínima del aire en la sierra tenderá a disminuir, en tanto que en la selva se mantendrán alrededor de sus normales.

Respecto a las lluvias, éstas presentarán cantidades cercanas o ligeramente superiores a sus normales climatológicas **en la sierra norte**. En la **sierra central** las lluvias registrarán va-

lores dentro de su variabilidad normal, en tanto que en la **sierra sur** las lluvias disminuirán (parte nor-oriental del departamento de Puno y Cusco) respecto al mes anterior, pero continuarán presentando anomalías positivas.

En la mayor parte de la selva las lluvias acumularán cantidades superiores a sus patrones climatológicos, excepto en parte de la selva central donde las lluvias serán menores a sus normales.

La mayoría de los modelos globales de predicción sobre El Niño indican condiciones normales para el año 2001, pero es necesario mencionar que el modelo europeo (ECMWF) indica un calentamiento a los 6 meses (para junio 2001), mientras los modelos LDEO y NCEP predicen un calentamiento al noveno mes (setiembre 2001), donde existe mayor disponibilidad de energía (estación de primavera), de suceder esta situación, podría verse favorecida para la presencia de un evento cálido que no necesariamente generaría condiciones de Niño, sin embargo cabe señalar que el modelo LDEO no tuvo buen acierto en la predicción del pasado El Niño 1997/98.

**II. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLÓGICAS: FEBRERO 2001**

**1. INDICES AGROMETEOROLOGICOS, FENOLOGICOS Y ESTADO DE LOS CULTIVOS: COSTA, SIERRA Y SELVA**

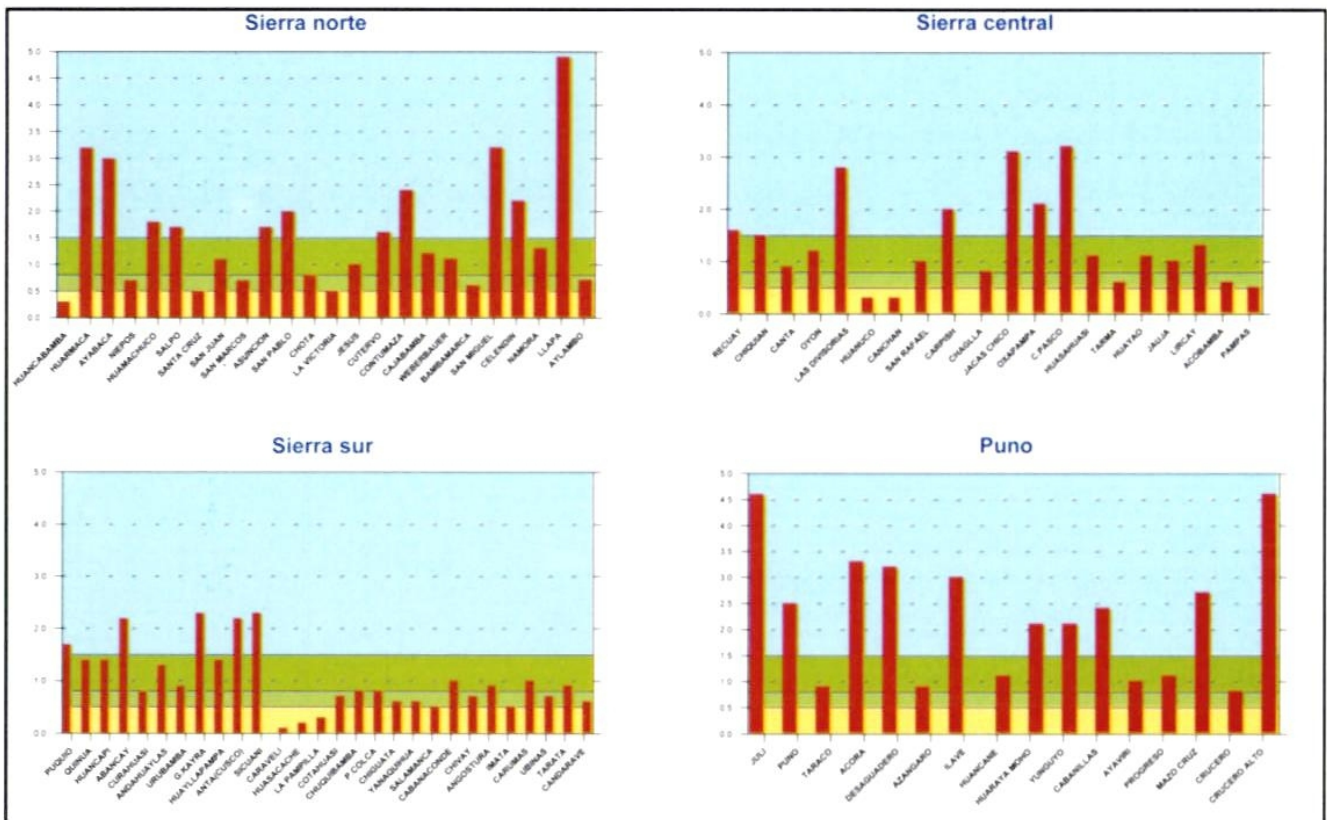
Índice de humedad: relación entre la precipitación y la evapotranspiración total del mes. Caracteriza el estado de humedad en que se encuentran los cultivos agrícolas (Fig. 1).

**Sierra norte y central:** la mayor parte de estas regiones se caracterizaron por presentar una situación de humedad adecuada (Índice de 0,6 a 1,0) hasta excesiva (Índice > de 1,0), con excepción de los valles de Huancabamba, Chotano, Huánuco y Pampas, que presentan deficiencias de humedad (Índice de 0,0 a 0,5).

Los excesos extremos de humedad en San Miguel y Llapa en Cajamarca son favorables para la fase de oviposición de la langosta migratoria.

**Sierra sur y altiplano:** los departamentos de Ayacucho, Apurímac y Cusco presentan humedad ligera a excesiva (1,1 a 2,0), traduciéndose en la sobresaturación de los suelos, desborde de ríos e inundaciones (Índice 3,0 afectada por inundación). En la sierra de los departamentos de Arequipa y Tacna éstas fueron adecuadas.

Figura 1 Comportamiento de índice de humedad—febrero 2001



En las tablas 1a, 1b y 1c se presentan las condiciones termopluviométricas, las fases fenológicas y el estado de los cultivos más importantes.

**Costa Norte:**

Los días cálidos y la disponibilidad de agua para el riego oportuno han estimulado el buen estado de los cultivos agrícolas pero también la presencia y ataque de plagas y enfermedades, a saber:

**Arroz:** en emergencia y plántula en el valle del

Chira, macollaje en Tumbes, plántula y macollaje en Piura, macollaje y panojamiento en el valle del Jequetepeque.

**Maíz amarillo duro:** en formación de la octava hoja en Tumbes y en formación de séptima hoja en Morropón-Piura, en donde es atacado por el gusano cogollero, pero sin daños significativos.

**Caña de azúcar:** en aparición de primeras hojas verdaderas, macollaje y floración en Lambayeque y en macollaje, encañado y floración en La Libertad.

**Algodón Tangüis:** en maduración de bellotas y cosecha en los valles de Santa, Casma y Huarmey.

**Mango:** en maduración y cosecha en Piura y valle de Casma.

**Costa central y sur:**

Los días templados y cálidos y la disponibilidad de agua para el riego adecuado han favorecido el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

**Algodón Tangüis:** en maduración de bellotas en los valles de Chancay, Huaral, Chillón y Cañete; y en maduración de bellotas e inicio de cosecha en el valle de Ica.

**Arroz y maíz amarillo duro:** en pleno panojamiento, floración, maduración y cosecha en los valles de Majes y Camaná

**Maíz amarillo duro:** las variedades Cargill, Dekal y Star en panoja, espiga y maduración lechosa, pastosa, córnea y cosecha. En Pacarán el 95% en panojamiento y floración es atacado por la maleza blanca/negra y la roya, por lo que presenta estado malo.

**Vid:** las variedades Borgoña, Quebranta, Italia, Rosada y Moscatel en maduración y cosecha en los valles de Cañete, Chíncha e Ica; en maduración y cosecha en el valle de Moquegua.

**Mango:** en maduración en Ica.

**Tabla 1a - Índices agrometeorológicos, fenológicos y estado de los cultivos : Costa febrero 2001**

ESTACION METEOROLÓGICA	TEMPERATURA DIURNA		INDICE HUMEDAD		CULTIVO VARIEDAD	FASE FENOLOGICA	ESTADO DE CULTIVO
	(°C)	Clasificación	Ip	Clasificación			
LA CRUZ	29.1	Templado	0.3	Deficiente	Arroz/Nir 1	Macollamiento 20%	Bueno
LA CRUZ	29.1	Templado	0.3	Deficiente	Maiz/Cirna	Crecimiento 8va hoja 50%	Bueno
LA ESPERANZA	30.7	Cálido	0.1	Deficiente	Algarrobo	Maduración 100%	Bueno
LA ESPERANZA	30.7	Cálido	0.1	Deficiente	Algodón/Pirna	Botón floral 80%	Bueno
MORROPON	33	Cálido	0.8	Adecuado	Arroz/Capirona	Macollaje	Bueno
MORROPON	33	Cálido	0.8	Adecuado	Maiz/Arrola	Aparición 7hoja	Regular
MALLARES	34.4	Cálido	0.1	Deficiente	Arroz/Nir 1	Plántula 100%	Bueno
OLMOS	33.3	Cálido	0.2	Deficiente	Algarrobo	Maduración 80%	Bueno
TINAJONES	33.1	Cálido	0.2	Deficiente	Caña azúcar/CH37	Macollaje 100%	Bueno
MAGDALENA	27.1	Templado	0.7	Adecuado	Maiz criollo	Aparición hoja 75%	Bueno
BUENA VISTA	32.4	Templado	0	Deficiente	Mango criollo	Cosecha	Bueno
MORROPON	33	Cálido	0.8	Adecuado	Ciruelo chico	Fructificación 100%	Bueno
ALCANTARILLA	29.2	Templado	0	Deficiente	Maiz híbrido/Cargil	Maduración pastosa plena 35%	Bueno
MORROPON	33	Cálido	0.8	Adecuado	Caña azúcar	Aparición 13 hoja	Bueno
DONOSO	27.6	Templado	0	Deficiente	Maiz amarillo duro	Panojamiento, Floración 95%	Bueno
DONOSO	27.6	Templado	0	Deficiente	Mandarina	Reposo vegetativo	Bueno
DONOSO	27.6	Templado	0	Deficiente	Palto/Duque	Maduración 88%	Bueno
DONOSO	27.6	Templado	0	Deficiente	Algodón/Tangüis	Bellotaje 100%	Bueno
PACARAN	29.8	Templado	0.1	Deficiente	Maiz/Híbrido 701	Panojamiento, floración 95%	Malo
PACARAN	29.8	Templado	0.1	Deficiente	Vid/Ubina	Cosecha	Bueno
PACARAN	29.8	Templado	0.1	Deficiente	Algodón/Tangüis	Maduración 100%	Bueno
COPARA	32.3	Cálido	0	Deficiente	Algodón/Tangüis	Floración 100%	Bueno
CAMANA	27.6	Templado	0	Deficiente	Arroz/Nir 1	Maduración córnea 100%	Bueno
APLAO	30.5	Cálido	0	Deficiente	Arroz	Floración 25%	Bueno
APLAO	30.5	Cálido	0	Deficiente	Vid	Agoste	Bueno
APLAO	30.5	Cálido	0	Deficiente	Durazno	Fructificación	Bueno
APLAO	30.5	Cálido	0	Deficiente	Alfalfa	Emergencia 100%	Muy bueno
ILLO	31.5	Cálido	0	Deficiente	Olivo/Sevillano	Maduración 60%	Bueno
MOQUEGUA	27.6	Templado	0.2	Deficiente	Vid/Thomson	Hinchazón botón floral	Bueno
MOQUEGUA	27.6	Templado	0.2	Deficiente	Vid/Italia	Maduración masiva	Bueno
MOQUEGUA	27.6	Templado	0.2	Deficiente	Vid/Cardinal	Hinchazón botón floral	Bueno
MOQUEGUA	27.6	Templado	0.2	Deficiente	Palto/Fuerte	Maduración	Bueno
LA YARADA	27.9	Templado	0	Deficiente	Aji/Paprika	Maduración	Bueno
LA YARADA	27.9	Templado	0	Deficiente	Olivo/Sevillano	Maduración	Bueno
MAGOLLO	29.6	Templado	0	Deficiente	Olivo/Sevillano	Fructificación 100%	Bueno
MAGOLLO	29.6	Templado	0	Deficiente	Vid/Italia	Maduración 100%	Bueno
MAGOLLO	29.6	Templado	0	Deficiente	Vid/Borgoña	Maduración 100%	Bueno
CALANA	37.1	Templado	0	Deficiente	Aji amarillo/Tacna	Floración 30%	Bueno
CALANA	37.1	Templado	0	Deficiente	Durazno/Ullicate	Maduración 100%	Bueno
CALANA	37.1	Templado	0	Deficiente	Pera/Pachas Trumps	Maduración masiva	Bueno



# Agrometeorología

Tabla 1b - Índices agrometeorológicos, fenológicos y estado de los cultivos : Sierra febrero 2001

ESTACION METEOROLOGICA	TEMPERATURA DIURNA		INDICE HUMEDAD		CULTIVO VARIEDAD	FASE FENOLOGICA	ESTADO DE CULTIVO
	(°C)	Clasificación	Ip	Clasificación			
Ayabaca	16.0	Templado	3	Exceso extremo	Maíz amiláceo	Aparición 6ta hoja 75%	Bueno
Huarmaca	19.0	Templado	3.2	Adecuada	Maíz criollo	Aparición 4ta hoja 80%	Bueno
Huamachuco	17.0	Templado	1.8	Exceso ligero	Papa/Carhuamayo	Maduración	Bueno
Santa Cruz	22.0	Templado	0.4	Deficiente	Maíz amarillo duro	Emergencia	Bueno
Chota	19.0	Templado	0.8	Adecuada	Maíz morocho imperial	Espigazón 7.5%	Bueno
Cutervo	17.0	Templado	1.5	Exceso ligero	Papa/Perricholi	Floración 100%	Bueno
Cutervo	17.0	Templado	1.5	Exceso ligero	Maíz criollo	Aparición 12-13hoja 100%	Bueno
Contumaza	18.0	Templado	2.4	Exceso ligero	Maíz amarillo común	Aparición 5ta-6ta hoja 55.45%	Bueno
Contumaza	18.0	Templado	2.4	Exceso ligero	Trigo/Gavilán	Apar. hoja 70%-Macollaje 30%	Bueno
Contumaza	18.0	Templado	2.4	Exceso ligero	Arveja	Emergencia 60%	Bueno
Cajabamba	21.0	Templado	1.2	Exceso ligero	Maíz imperial	Floración	Bueno
Bambamarca	19.0	Templado	0.6	Adecuada	Maíz blanco imperial	Floración 13 %	Regular
San Miguel(Cajam)	17.0	Templado	3.2	Exceso extremo	Maíz blanco	Floración, espigazón; 100 y 10%	Bueno
Celendín	18.0	Templado	2.1	Exceso ligero	Maíz amarillo duro	Emergencia 5%	Bueno
Recuay	17.0	Templado	1.6	Exceso ligero	Papa yungay	Emergencia 100%	Regular
Recuay	17.0	Templado	1.6	Exceso ligero	Cebada/UNA 80	Macollaje 100%	Regular
Chiquian	16.0	Templado	1.5	Exceso ligero	Maíz amiláceo	Aparición de 6ta hoja	Regular
Huanuco	26.0	Templado	0.3	Deficiente	Naranja/Valdizáno	Maduración, Fructificación 10 y 90%	Bueno
Huanuco	26.0	Templado	0.3	Deficiente	Mango/Camboliano	Maduración, Fructificación; 10 y 53%	Bueno
San Rafael	21.0	Templado	1	Adecuada	Maíz amiláceo	Aparición de hoja 100%	Bueno
San Rafael	21.0	Templado	1	Adecuada	Frijol/Canario Serrano	Aparición de 3ra hoja 100%	Bueno
Jacas Chico	12.0	Frio ligero	3.1	Exceso extremo	Haba/Peruana	Floración 100%	Bueno
Tarma	19.0	Templado	0.7	Adecuada	Arveja/Rondo	Botón floral 25%	Bueno
Tarma	19.0	Templado	0.7	Adecuada	Maíz/Urubamba	Espigazón 100%	Bueno
Lircay	18.0	Templado	1.3	Exceso ligero	Maíz criollo	Panojamiento 100%	Bueno
Acobamba	17.0	Templado	0.6	Adecuada	Maíz amiláceo	Panojamiento 100%	Regular
Pampas	17.0	Templado	0.5	Deficiente	Maíz/Colcabamba	Floración 15%	Bueno
Pampas	17.0	Templado	0.5	Deficiente	Papa/Yungay	Floración 18%	Bueno
Puquio	16.0	Templado	1.7	Exceso ligero	Trigo/Blanquillo	Espigazón 65%	Bueno
Abancay	19.0	Templado	2.1	Exceso ligero	Maíz choclero	Maduración pastosa 50%	Bueno
Andahuaylas	19.0	Templado	1.3	Exceso ligero	Maíz/Oro amarillo	Espigazón 80%	Bueno
Granja Keayra	19.0	Templado	2.2	Exceso ligero	Papa/Cica	Boton floral	Bueno
Granja Keayra	19.0	Templado	2.2	Exceso ligero	Haba/Anta	Floración	Bueno
Granja Keayra	19.0	Templado	2.2	Exceso ligero	Arveja/Usuy	Botón floral	Bueno
Anta (Ancachuro)	21.0	Templado	2.2	Exceso ligero	Maíz/Oro amarillo	Espigazón 100%	Bueno
Anta (Ancachuro)	21.0	Templado	2.2	Exceso ligero	Papa/Cica	Maduración 80%	Bueno
Sicuani	18.0	Templado	2.2	Exceso ligero	Maíz amiláceo	Espigazón 80%	Bueno
Sicuani	18.0	Templado	2.2	Exceso ligero	Haba	Fructificación 35%	Regular
Caraveli	27.0	Templado	0.1	Deficiente	Alfalfa	Botonamiento 50%	Bueno
Caraveli	27.0	Templado	0.1	Deficiente	Vid	Maduración final	Bueno
Huasacache	22.0	Templado	0.2	Deficiente	Maíz morado	Maduración pastosa 100%	Bueno
Huasacache	22.0	Templado	0.2	Deficiente	Ajo	Crecimiento lento 50%	Bueno
La Pampilla	21.0	Templado	0.4	Deficiente	Papa	Maduración 100%	Bueno
La Pampilla	21.0	Templado	0.4	Deficiente	Ajo	1ra hoja verdadera 50%	Bueno
La Pampilla	21.0	Templado	0.4	Deficiente	Cebolla	1ra hoja verdadera 50%	Bueno
La Pampilla	21.0	Templado	0.4	Deficiente	Alfalfa	Brotación 50%	Bueno
Cotahuasi	21.0	Templado	0.7	Adecuada	Maíz amiláceo	Espigazón 38%	Bueno
Chiguata	17.0	Templado	0.6	Adecuada	Maíz amiláceo	Maduración lechosa 10%	Regular
Chiguata	17.0	Templado	0.6	Adecuada	Alfalfa	Brotación 52.5%	Bueno
Cabanaconde	16.0	Templado	1	Adecuada	Maíz amiláceo	Maduración pastosa 85%	Bueno
Chivay	18.0	Templado	0.7	Adecuada	Papa	Floración 100%	Bueno
Chivay	18.0	Templado	0.7	Adecuada	Haba	Fructificación 100%	Bueno
Carumas	17.0	Templado	1	Adecuada	Papa/Tomasa	Maduración 100%	Bueno
Carumas	17.0	Templado	1	Adecuada	Orégano palo rojo	Botonamiento 100%	Bueno
Ubinas	16.0	Templado	0.7	Adecuada	Papa	Maduración 63%	Bueno
Ubinas	16.0	Templado	0.7	Adecuada	Alfalfa	Brotación 100%	Bueno
Ubinas	16.0	Templado	0.7	Adecuada	Maíz amiláceo	Maduración 68%	Bueno
Tarata	18.0	Templado	0.9	Adecuada	Maíz amarillo duro	Espiga 100%	Malo
Candarave	13.0	Templado	0.6	Adecuada	Papa/Tomasa	Floración 100%	Bueno
Taraco	14.0	Frio ligero	1	Adecuada	Cebada/UNA 80	Macollamiento	Bueno
Ilave	14.0	Frio ligero	3	Exceso extremo	Trigo/Cahuide	Aparición 1er nudo 80%	Bueno
Yunguyo	14.0	Frio ligero	2.2	Exceso ligero	Haba/Copacabana	Floración 100%	Bueno
Ayaviri	15.0	Templado	1	Adecuada	Avena/Condor	Macollaje 100%	Bueno

**Tabla 1c - Índices agrometeorológicos, fenológicos y estado de los cultivos : Selva febrero 2001**

ESTACION METEOROLOGICA	TEMPERATURA DIURNA		INDICE HUMEDAD		CULTIVO VARIEDAD	FASE FENOLOGICA	ESTADO DE CULTIVO
	(°C)	Clasificación	Ip	Clasificación			
BAGUA	31.2	Cálido	0.4	Deficiente	Arroz/Capirona	Cosecha	Bueno
BAGUA	31.2	Cálido	0.4	Deficiente	Arroz/Mororo	Maduración cómea	Bueno
JAEN	29.2	Templado	0.2	Deficiente	Arroz/Bijao	Floración 25%	Bueno
JAEN	29.2	Templado	0.2	Deficiente	Café/Paches	Grano suave 100%	Bueno
SAN IGNACIO	25.7	Templado	0.6	Adecuado	Café/Caturra	Maduración 10%	Bueno
MAZAN	30.4	Templado	2.5	Exceso ligero	Plátano/Inguri	Crecimiento Vegetativo	Regular
TAMISHIYACU	30.1	Cálido	1.6	Exceso ligero	Piña/Chambo piña	Floración, maduración 3%	Bueno
GENARO HERRERA	30.7	Cálido	1.5	Adecuado	Piña	Foliación, Floración 8 y 5%	Bueno
SAN RAMON	30.3	Cálido	1.5	Adecuado	Pijuayo	Maduración	Regular
SAN RAMON	30.3	Cálido	1.5	Adecuado	Café	Maduración	Bueno
REQUENA	30.4	Cálido	1.4	Adecuado	Pijuayo	Cosecha (54 racimos =202.5kg)	Bueno
EL PORVENIR	33.1	Cálido	S/D	Adecuado	Naranja/Valencia	Fructificación	Regular
BELLAVISTA	31.6	Cálido	1.7	Adecuado	Maíz/Marginal28	Aparición 9va hoja 100%	Bueno
BELLAVISTA	31.6	Cálido	1.7	Adecuado	Maíz/Marginal28	Aparición de 4ta hoja	Bueno
BELLAVISTA	31.6	Cálido	1.7	Adecuado	Arroz/Capirona	Panojamiento	Bueno
BELLAVISTA	31.6	Cálido	1.7	Adecuado	Naranja/Valencia	Fructificación	Bueno
TABALOSOS	29.8	Templado	1.6	Exceso ligero	Naranja/Regional	Maduración	Bueno
SAUCE	28.7	Templado	0.8	Adecuado	Maíz/Marginal 28	Aparición 3ra hoja	Bueno
SAUCE	28.7	Templado	0.8	Adecuado	Plátano/Balsino	Maduración	Bueno
MOYOBAMBA	26	Templado	2.2	Exceso ligero	Arroz/Linea 14	Maduración lechosa	Bueno
RIOJA	26.5	Templado	2.3	Exceso ligero	Arroz/Altamayo	Plántula	Bueno
LAMAS	27.9	Templado	1.8	Exceso ligero	Piña común	Maduración	Bueno
NARANJILLO	26.1	Templado	S/D	S/D	Café común	Maduración	Bueno
NARANJILLO	26.1	Templado	S/D	S/D	Arroz/Altamayo	Maduración lechosa	Bueno
NARANJILLO	26.1	Templado	S/D	S/D	Arroz/Linea 14	Macollaje	Bueno
NARANJILLO	26.1	Templado	S/D	S/D	Café/Caturra	Maduración	Bueno
PUERTO INCA	30.1	Cálido	1.9	Exceso ligero	Mango	Reposo vegetativo	Bueno
PUERTO INCA	30.1	Cálido	1.9	Exceso ligero	Palto	Reposo vegetativo	Bueno
PUERTO INCA	30.1	Cálido	1.9	Exceso ligero	Cacao	Maduración 50%	Bueno
PUERTO INCA	30.1	Cálido	1.9	Exceso ligero	Yuca/Señorita	Botón floral 38%	Bueno
AGUAYTIA	29.5	Templado	8.4	Exceso extremo	Naranja/Huando	Fructificación 100%	Bueno
AGUAYTIA	29.5	Templado	8.4	Exceso extremo	Palma aceitera	Crecimiento 100%	Regular
AGUAYTIA	29.5	Templado	8.4	Exceso extremo	Yuca amarilla	Aparición 6to nudo 5%	Bueno
SATIPO	28.8	Templado	3.4	Exceso extremo	Naranja/Tangelo	Maduración 10%	Bueno
QUILLABAMBA	28.8	Templado	1.9	Exceso ligero	Café/Caturra	Maduración 40%	Bueno

**Espárrago:** en diferentes fases de desarrollo en los valles de Chincha e Ica.

**Olivo sevillano:** en fructificación e inicio de maduración en los valles Tambo, Ilo y Tacna.

**Cítricos:** en reposo en Huaral.

**Sierra central:**

Los días templados con precipitaciones desde deficientes hasta con excesos extremos han propiciado en los cultivos agrícolas estados igualmente variados, que estuvieron desde buenos hasta regulares, registrándose la presencia de la ranca.

**Maíz amiláceo:** En formación de hojas, panoja, floración y espiga en los valles de Cajamarca; en formación de hojas y panoja en los valles de Junín, Pasco y región andina de Lima.

**Papa:** En maduración y cosecha en los valles de La Libertad, Ancash y Cajamarca. Los excesos de precipitación propiciaron la presencia de la ranca en Huamachuco y Recuay, pero sin daños significativos.

**Sierra sur:**

Los días templados a fríos, con precipitaciones desde deficientes hasta con excesos ligeros a extremos, han propiciado en los cultivos agrícolas estados que fueron desde buenos a regulares registrando la ocurrencia de desbordes e inundaciones.

**Maíz amiláceo:** en panojamiento y floración.

**Papa:** en floración

**Trigo:** en espiga y macollamiento

**Haba:** en floración y fructificación

## Agrometeorología

### Selva:

Los días templados a cálidos, con precipitaciones desde deficientes hasta con excesos ligeros a extremos han propiciado en los cultivos agrícolas estados buenos a regulares, así como la presencia de la sigatoca y roedores.

**Arroz:** Las variedades Capirona, Moro y Bijao en panojamiento, floración y maduración.

**Maíz amarillo duro:** En fase de formación de hojas.

**Café:** En maduración.

**Plátano y naranjo:** En crecimiento vegetativo y fructificación en Mazán y El Porvenir; en regular estado por ataque de sigatoca.

**Palma aceitera:** 100% en crecimiento vegetativo en Aguaytía, con ataque por roedores en un 30%.

## 2. TENDENCIAS AGROMETEOROLOGICAS

**Costa norte:** se esperan días cálidos con deficiencia de humedad, favorables para la generalidad de los cultivos en inicio de maduración.

**Costa central y sur:** se esperan días ligeramente cálidos con deficiencia de humedad, necesidad de riegos adecuados a los cultivos agrícolas principalmente en crecimiento vegetativo y reproducción.

**Sierra norte, central, sur y altiplano:** se esperan días templados con excesos de humedad (ligeros a

extremos), condiciones propicia para la aparición y dispersión de enfermedades fungosas, deslizamientos e inundaciones (sur y altiplano).

**Selva norte, central y sur:** se esperan días cálidos con excesos extremos de humedad, desfavorable para la maduración del café en los valles Alto Mayo y Quillabamba (ver tabla 2).

Tabla 2 - Valores esperados en marzo 2001

REGION	TEMPERATURA (°C)						PRECIPITACION		
	r (%)	MAXIMA	ANOMALIA	r (%)	MINIMA	ANOMALIA	r (%)	TOTAL (mm)	ANOMALIA
<b>COSTA</b>									
Norte	97	32,3	0,1	97	22,6	0,1	50	42,1	8
Centro	98	28,8	-0,6	99	18,3	0,0	50	3,2	-91
Sur	92	26,9	-0,8	98	16,7	-0,1	50	0,1	-100
<b>SIERRA</b>									
Norte	78	19,5	0,3	90	9,6	0,0	50	46,6	20
Centro	93	18,2	0,5	99	7,2	0,1	50	46,5	60
Sur	96	18,6	-0,1	99	7,0	-0,1	50	49,0	88
Altiplano	99	14,7	0,0	91	3,7	-0,3	50	63,1	13
<b>SELVA</b>									
Norte	77	30,5	0,7	93	20,4	0,1	50	63,6	25
Centro	90	29,4	-0,4	99	18,6	-0,1	50	111,4	-35
Sur	96	27,9	0,3	97	18,6	1,7	50	100,5	109

r (%)=Nivel de significancia

### III. EVALUACION DEL REGIMEN HIDROLÓGICO DE LOS PRINCIPALES RIOS DEL PERU : ENERO – FEBRERO 2001

En esta sección se evalúa la disponibilidad actual de agua en los ríos del Perú y se determina su tendencia. Para fines del análisis hidrológico se ha subdividido el territorio peruano en: Vertiente del Océano Pacífico (zona norte, zona centro y zona sur), vertiente del lago Titicaca y Vertiente del Océano Atlántico.

La evaluación del régimen hidrológico está referido a los meses de enero y febrero del año hidrológico 2000/2001 que se inició el 1° de setiembre del 2000 y finalizará el 31 de agosto del 2001, dicha evaluación comprende las variables de precipitación, nivel de agua, y caudal. En las figuras se presenta la variación mensual del período setiembre-febrero del 2000/2001 y las del promedio histórico.

Hidrológicamente se evalúan las precipitaciones que caen en las subcuencas húmedas de cada una de las cuencas hidrográficas, considerando que son éstas las que constituyen la principal fuente de alimentación hídrica del caudal que producen los ríos del Perú.

Mapa 1 - MAPA FISICO DEL PERU DE EVALUACION HIDRICA DE LOS RIOS DEL PÉRU

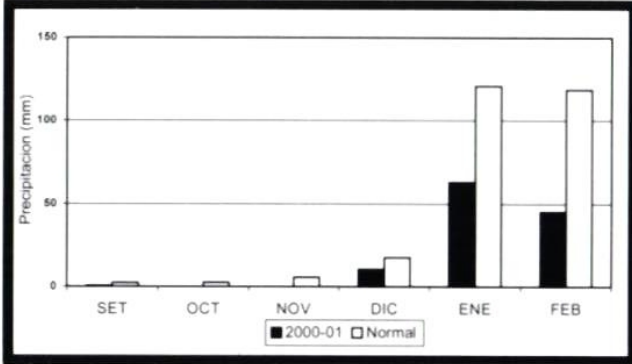


**1. VERTIENTE DEL PACIFICO**

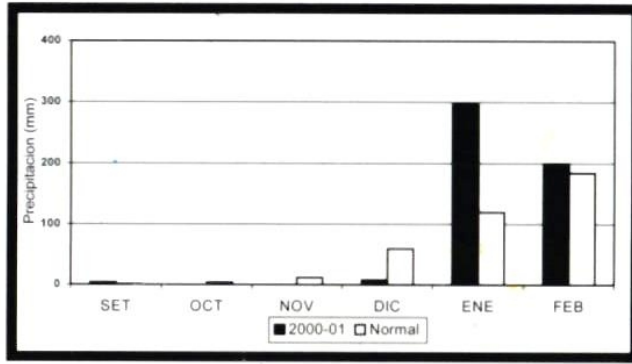
**1.1 Zona norte: cuencas de los ríos Tumbes, Chira**

**HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES**

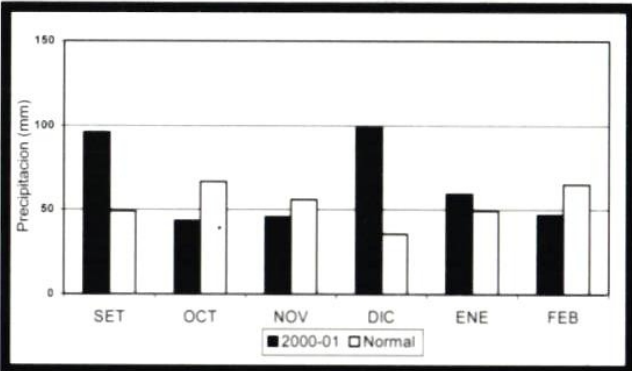
**Figura 1- Cuenca Río Tumbes**



**Figura 2- Cuenca Río Chira**



**Figura 3- Cuenca Río Chancay Lambayeque**



**Análisis de caudales:**

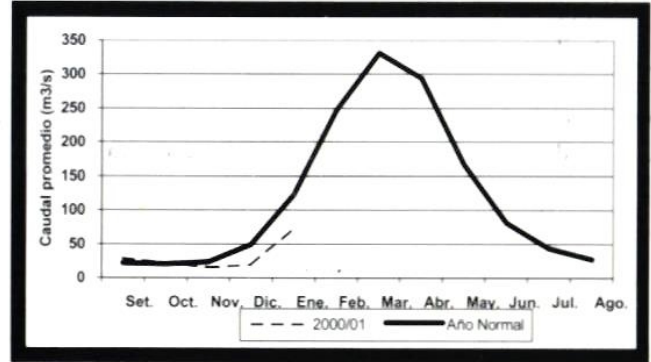
Figuras 1, 2 y 3 se muestra la distribución mensual de la precipitación ocurrida en la zona norte.

Los caudales de los ríos Tumbes, Chira y Chancay-Lambayeque son medidos en sus estaciones hidrométricas integradoras de: El Tigre, El Ciruelo y Racarrumi, respectivamente.

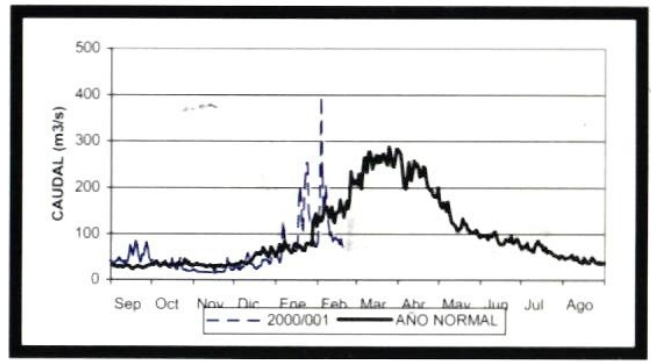
Durante el mes de enero 2001, los ríos Chira y Chancay-Lambayeque presentaron caudales medios mensuales de 102,7 m<sup>3</sup>/s y 55,3 m<sup>3</sup>/s, valores que

**HIDROGRAMA DE CAUDALES**

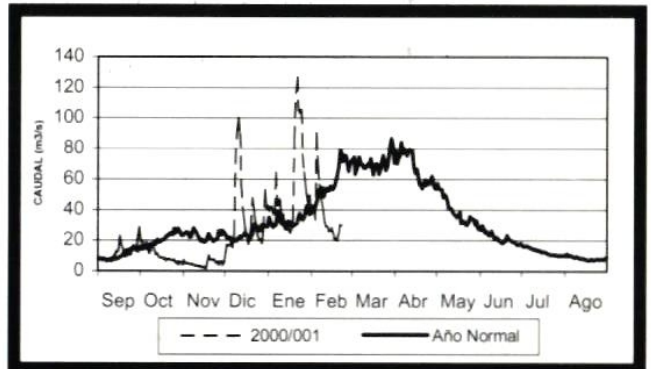
**Figura 4 - Río Tumbes**



**Figura 5- Río Chira**



**Figura 6- Río Chancay / Lambayeque**



son superiores a sus promedios históricos en 44 % y 78 %, respectivamente, sin embargo en el río Tumbes el caudal medio mensual fue de 32,0 m<sup>3</sup>/s, valor que es inferior a su promedio histórico en 40 % (figuras 4, 5 y 6).

Los caudales máximos medios diarios de este mes fueron de 150,0 m<sup>3</sup>/s , 254,0 m<sup>3</sup>/s y 126,5 m<sup>3</sup>/s y se registraron los días 19, 24 y 19, respectivamente.

Durante el mes de febrero-2001 los caudales medios mensuales fueron de 102,4 m<sup>3</sup>/s, 123,4 m<sup>3</sup>/s y 35,0 m<sup>3</sup>/s , valores que son inferiores a sus prome-

dios históricos en, 58 %, 22 % y 30 %, respectivamente. (figuras 4, 5 y 6).

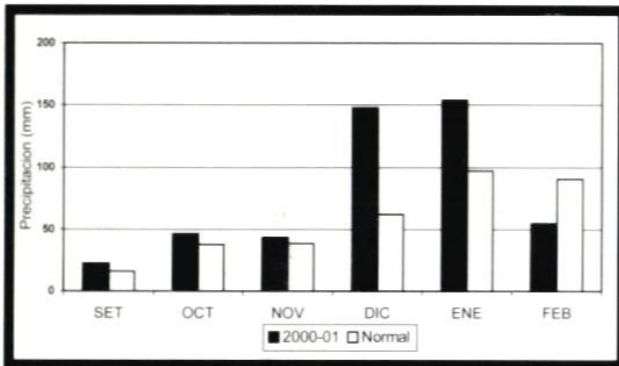
**Efectos hidrológicos**

En la cuenca del río Tumbes, los caudales deficitarios que se registraron en los meses de enero y febrero del presente año fueron insuficientes para satisfacer las demandas de agua de su valle. La preocupación por la situación viene originando incertidumbre en el sector agrario, existiendo demandas para declarar la zona en emergencia.

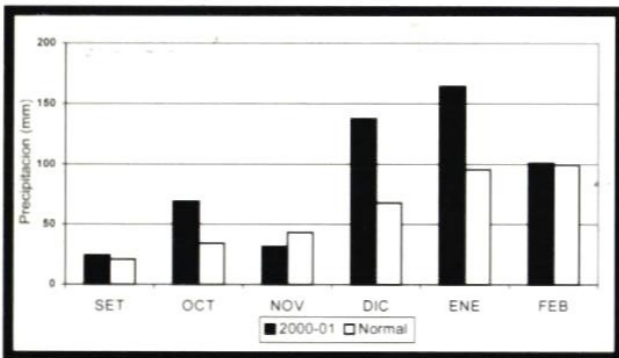
**1.2 Zona Centro : cuencas de los ríos Chillón y Rímac**

**HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES**

**Figura 7- Cuenca Río Chillón**

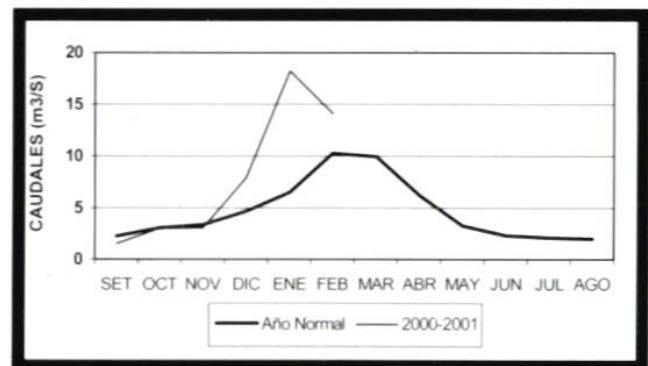


**Figura 8- Cuenca Río Rímac**

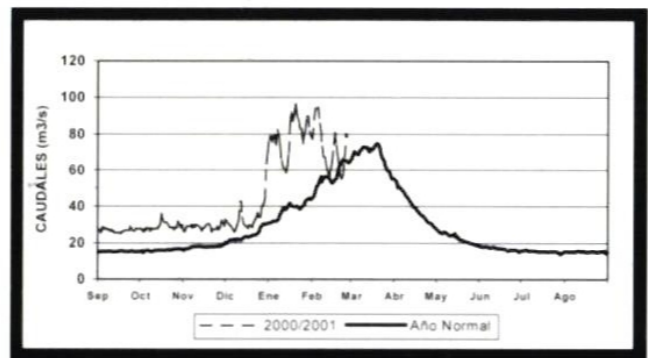


**HIDROGRAMA DE CAUDALES**

**Figura 9- Río Chillón—Estación Obrajillo**



**Figura 10- Río Rímac—Estación Chosica R-2**



**Análisis de caudales:**

Las figuras 7 y 8 muestran la distribución mensual de la precipitación ocurrida en la zona centro.

Los caudales de los ríos Chillón y Rímac son medidos en las estaciones hidrométricas de Obrajillo y Chosica R-2, respectivamente. Es necesario precisar que en el primer caso, se evalúan únicamente los aportes de agua de la cuenca alta del río Chillón.

Durante el mes de enero 2001, el caudal se incre-

En los reservorios de Poechos y Tinajones, que regulan los caudales de los ríos Chira y Chancay – Lambayeque, los volúmenes de agua almacenados a fines de febrero 2001 alcanzan el 55% y 25% de su capacidad máxima de almacenamiento, respectivamente. En el caso de la cuenca del río Chancay – Lambayeque las demandas de agua superan la disponibilidad actual, incluyendo el aporte del reservorio Tinajones; situación deficitaria que en esta zona afecta el normal desarrollo de las actividades agrícolas.

mentó significativamente alcanzando valores medios mensuales de 18,2 m³/s y 78,0 m³/s, los cuales son superiores a sus promedios históricos en 180 % y 105 %, respectivamente (figuras 9 y 10).

Los caudales máximos fueron 25,0 m³/s y 111,7 m³/s, y los caudales mínimos 11,0 m³/s y 52,3 m³/s, respectivamente.

Durante el mes de febrero 2001, el caudal descendió en relación al mes anterior, pero manteniendo valores sobre su promedio histórico. Los caudales medios mensuales alcanzaron valores de 14,1 m³/s

## Hidrología

y  $72,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , los cuales son superiores a sus promedios históricos en 38 % y 27 %, respectivamente (figuras 9 y 10).

Los caudales máximos fueron  $24,9 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $114,9 \text{ m}^3/\text{s}$ , y los caudales mínimos  $9,2 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $42,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , respectivamente.

### Efectos hidrológicos

En la cuenca baja del río Rímac colapsa el puente peatonal de la localidad de Carapongo.

En los primeros días del mes de febrero, en el kilómetro 123 de la carretera central, se presentó el primer deslizamiento obstruyendo la carretera central, obstaculizando el paso de vehículos que se dirigían a Lima y viceversa, del mismo modo, en el kilómetro 120 de la carretera central a la altura de la localidad de Casapalca, con la consecuente obstrucción de la vía férrea.

### 1.3 Zona Sur : cuencas de los ríos Chili y Camaná-Majes

#### HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES

Figura 11- Cuenca Río Chili

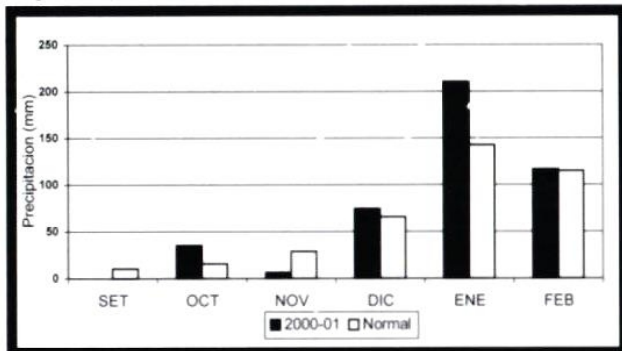
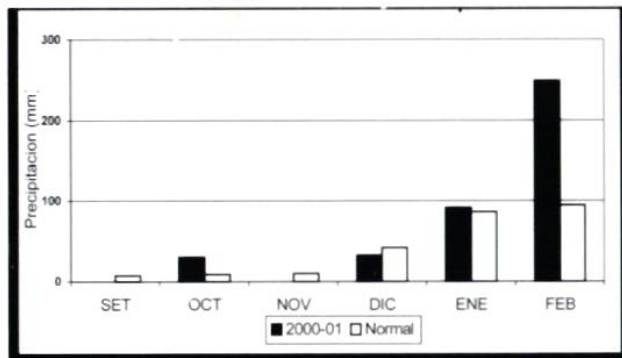


Figura 12- Cuenca Río Majes



### Análisis de caudales:

Los caudales de los ríos Chili y Camaná-Majes son medidos en las estaciones hidrométricas Charcani y Huatiapa, y durante el periodo de análisis han presentado valores superiores a sus promedios históricos.

#### HIDROGRAMA DE CAUDALES

Figura 13- Río Chili—Estación Charcani

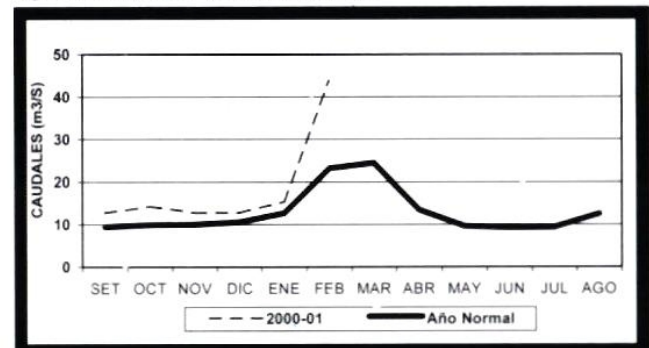
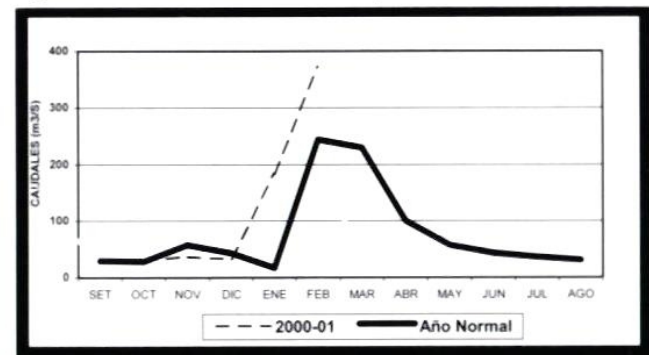


Figura 14- Río Camaná—Estación Huatiapa



Durante el mes de enero 2001, el caudal medio mensual fue de  $15,4 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $183,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , los cuales son superiores a sus promedios históricos en 21 % y 45 %, respectivamente (figuras 13 y 14).

Los caudales máximos alcanzados fueron  $23,3 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $470,9 \text{ m}^3/\text{s}$ , y los caudales mínimos  $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $101,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , respectivamente.

Durante el mes de febrero 2001 los caudales medios mensuales alcanzaron valores de 43,7 m<sup>3</sup>/s y 372,3 m<sup>3</sup>/s, los cuales son superiores a sus promedios históricos en 89 % y 53 %, respectivamente (figuras 13 y 14).

Los caudales máximos fueron 94,5 m<sup>3</sup>/s y 905,6 m<sup>3</sup>/s, respectivamente y los caudales mínimos 17,7 m<sup>3</sup>/s y 136,9 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

**Efectos hidrológicos**

La Represa de Aguada Blanca se encuentra en su

capacidad máxima de almacenamiento, comenzando a rebosar por su aliviadero y por lo tanto ocasionando el incremento del caudal del río Chili de 17 m<sup>3</sup>/s a 33 m<sup>3</sup>/s.

El río Quitamayo en el Cusco inundó varias casas y enterró el puente que servía de enlace entre los pueblos del interior y los grupos arqueológicos Pisac.

Desbordes en la parte baja del río Camaná – Majes, ocasiona la pérdida en el valle de Camaná de 100 hectáreas de áreas agrícolas.

**2.- VERTIENTE DEL LAGO TITICACA**

**2.1 Cuencas de los ríos Ramis, Ilave, Coata y Huancané**

**HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES**

Figura 15- Cuenca Río Ramis

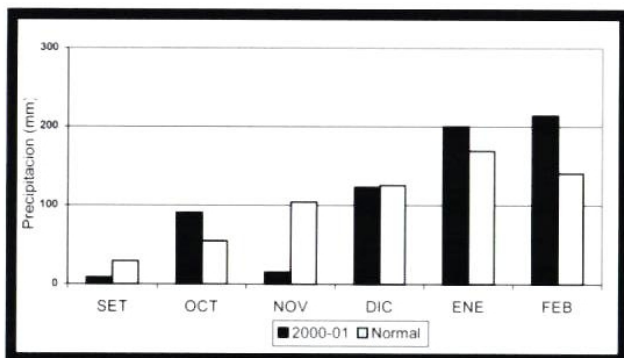


Figura 17- Río Coata

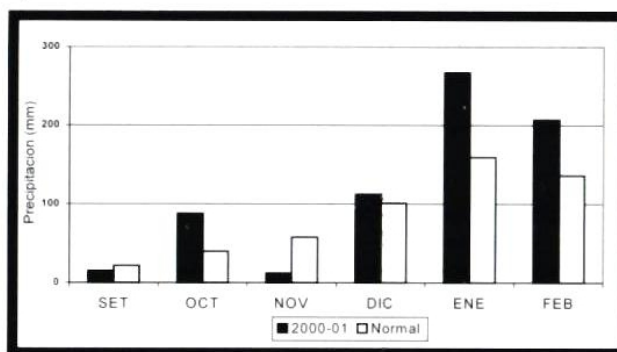


Figura 16- Cuenca Río Ilave

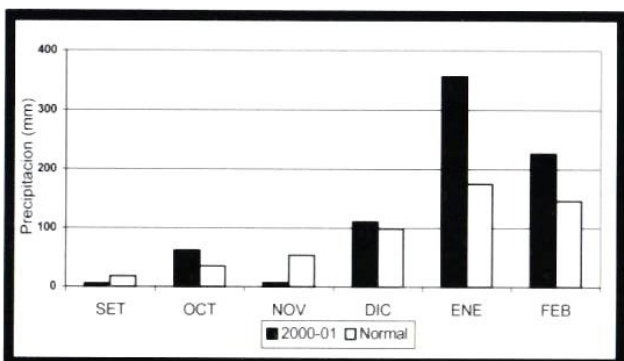
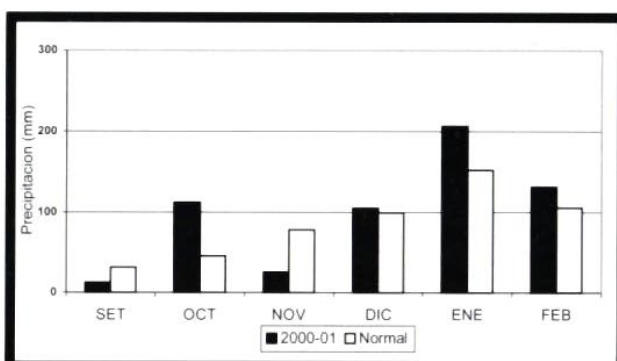


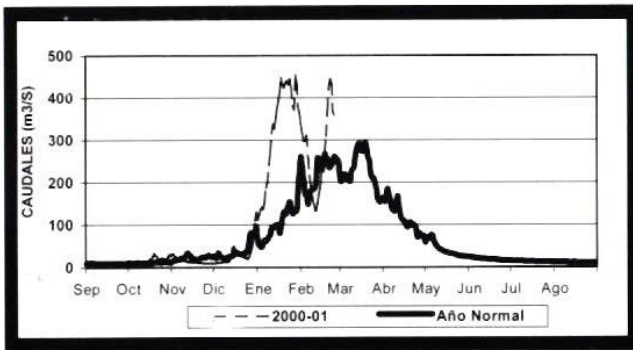
Figura 18- Río Huancané



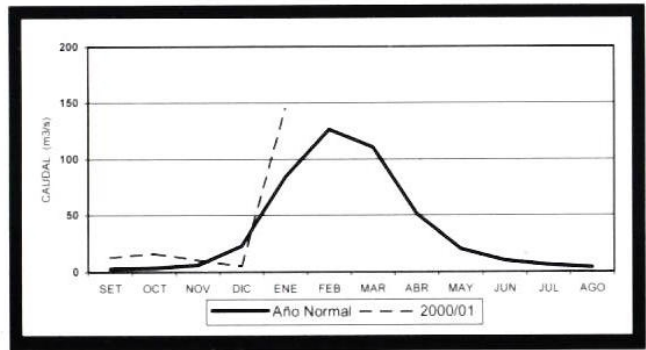


**HISTOGRAMA DE CAUDALES**

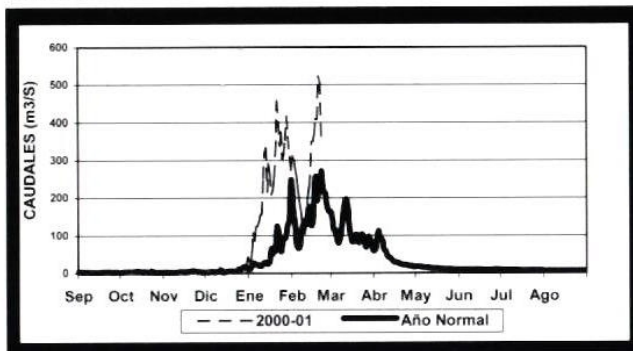
**Figura 19- Río Ramis - Estación Pte. Carretera**



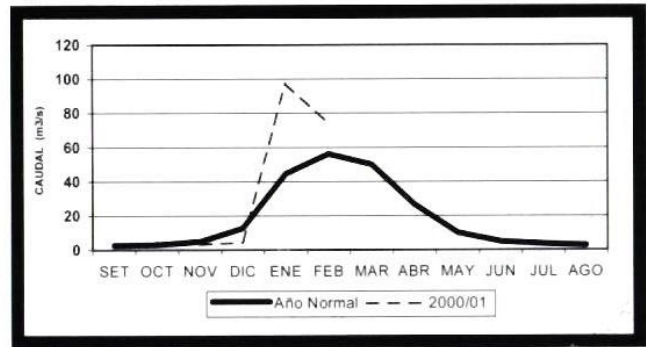
**Figura 21- Río Coata - Estación Pte. Unocolla**



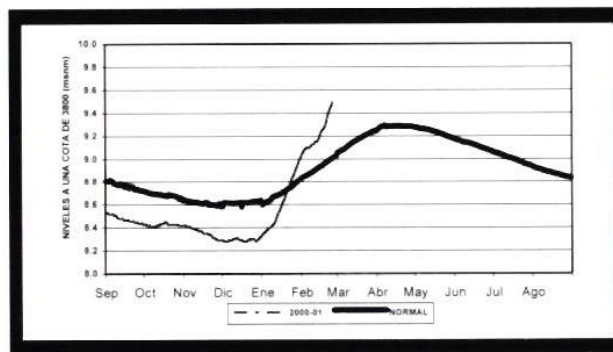
**Figura 20- Río llave - Estación Pte. Carretera**



**Figura 22- Río Huancané - Estación Pte. Carretera**



**Figura 23- Limnigrama del Lago Titicaca - Estación Muelle Enafer**



**Análisis de caudales y niveles:**

Las figuras 15, 16, 17 y 18 muestran la precipitación mensual ocurrida en la vertiente del lago Titicaca.

La parte peruana de la vertiente del lago Titicaca presentó durante el periodo de análisis caudales superiores a sus promedios históricos.

Durante el mes de enero 2001, los ríos Ramis, llave, Coata y Huancané, presentaron los siguientes

caudales medios mensuales: 330,5 m<sup>3</sup>/s, 209,0 m<sup>3</sup>/s, 144,5 m<sup>3</sup>/s y 97,4 m<sup>3</sup>/s, los cuales son superiores a sus promedios históricos en 117 %, 160 %, 72 % y 118 %, respectivamente (figuras 19, 20, 21 y 22).

El caudal máximo diario se produjo en el río Ramis, el día 28 con 452,8 m<sup>3</sup>/s.

Durante el mes de febrero 2001, los ríos Ramis, llave, Coata y Huancané presentaron los siguientes caudales medios mensuales: 262,5 m<sup>3</sup>/s, 230,3 m<sup>3</sup>/s, 175,5 m<sup>3</sup>/s y 73,9 m<sup>3</sup>/s, los cuales son superiores a sus promedios históricos en 23 %, 83 %, 39 % y 31

%, respectivamente (figuras 19, 20, 21 y 22).

El caudal máximo diario se produjo en el río Ilave, el día 20 con 522,4 m<sup>3</sup>/s.

Las fluctuaciones del nivel de agua del lago Titicaca son medidos en la estación limnimétrica de Muelle Enafer-Puno, y sus valores están referidos a la cota absoluta de 3 800 msnm.

En enero 2001, el nivel de agua del lago ha fluctuado entre 8,34 m y 9,01 m, habiendo registrado un incremento total de 67 cm, valor superior al incremento ocurrido en enero del 2000 que fue de 16 cm.

En febrero 2001 el nivel de agua del lago ha fluctuado entre 9,04 m y 9,49 m, lo que representa un incremento de 45 cm, valor superior al incremento ocurrido en febrero del 2000 que fue de 21 cm. (figura 23).

**Efectos hidrológicos**

El río Ramis se desborda en la parte baja de su cuenca é inunda las comunidades de Arapa y Taraco, afectando en promedio 60 hectáreas de cultivos y dejando 500 damnificados.

Colapsa el puente antiguo sobre el río Cabanillas.

A consecuencia de los 500 m<sup>3</sup>/s que conduce el río Ilave, colapsa el puente antiguo de la carretera Ilave – Desaguadero, e inunda la comunidades de Pilcuyo y zona del lago en la provincia del Collao.

Debido a los continuas precipitaciones, desbordes e inundaciones en las provincias de Huancané y Collao, el Gobierno central declara en emergencia 13 distritos del departamento de Puno, que viene dejando en promedio la pérdida de 3 000 hectáreas de cultivos, 8300 damnificados y 365 viviendas afectadas.

**3.- VERTIENTE OCEANO ATLANTICO**

**3.1 Subcuenca del río Amazonas y cuenca del río Huallaga**

**HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES**

Figura 24- Subcuenca Río Amazonas—Nauta

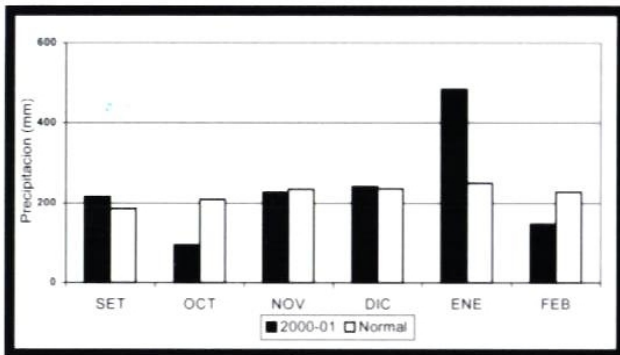


Figura 26- Subcuenca Río Amazonas—Pto. Almendra

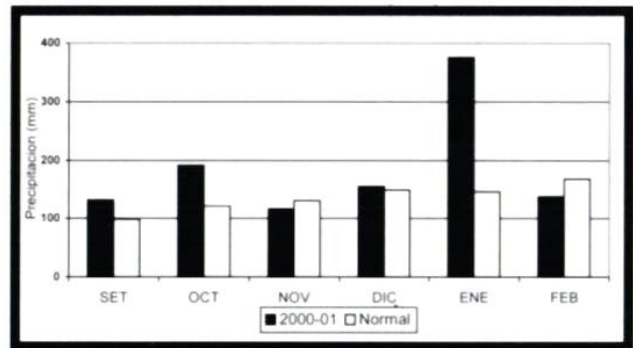


Figura 25- Subcuenca Río Amazonas—Bellavista

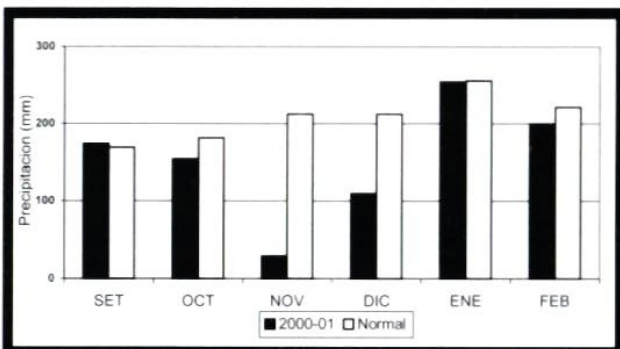


Figura 27- Cuenca Río Huallaga—Tingo María

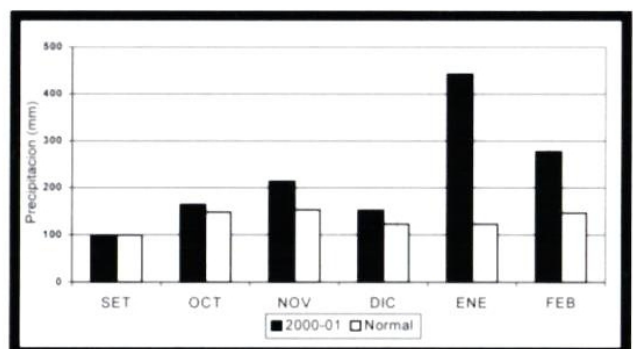


Figura 28- Cuenca río Huallaga—Campanilla

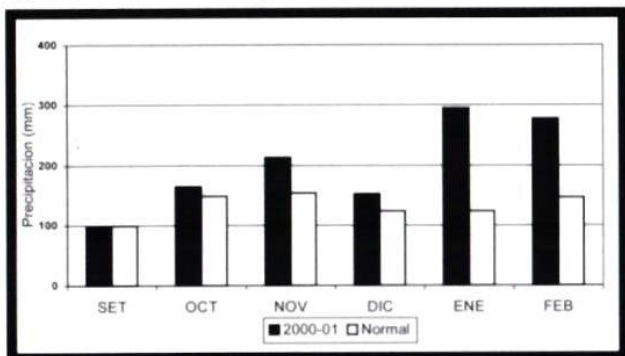
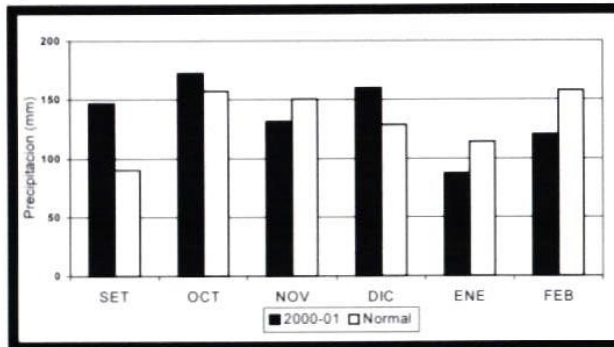


Figura 29- Cuenca río Huallaga—Saposoa



## LIMNIGRAMA DE NIVELES

Figura 30- Río Amazonas—Estación Enapu Perú

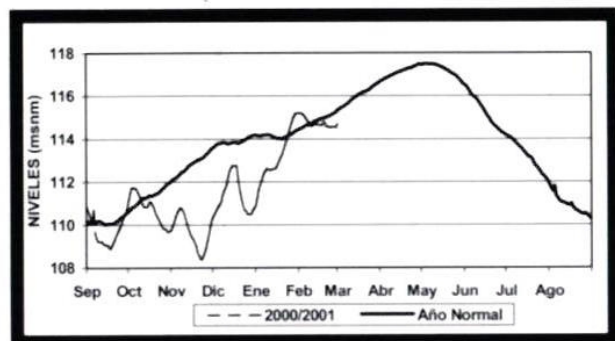
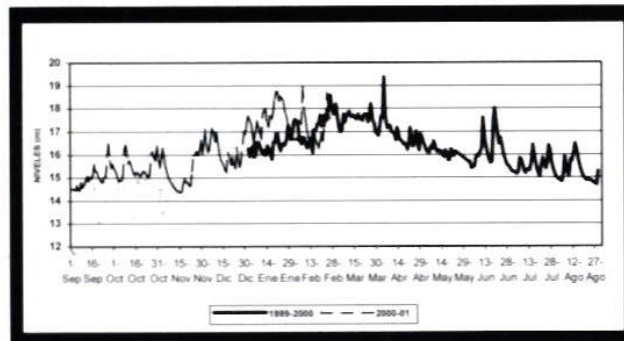


Figura 31- Río Huallaga—Estación Picota



### Análisis de niveles:

**Subcuenca del río Amazonas:** las mediciones del nivel de agua del río Amazonas se realizan en la estación hidrométrica “EnapuPerú” ubicada en la ciudad de Iquitos.

En el mes de enero 2001, el nivel del río Amazonas inició con 110,90 msnm y terminó con 115,18 msnm, lo que representa un incremento promedio de 14 cm/día. El ascenso máximo diario se presentó el día 6 y fue de 24 cm/día. El nivel medio mensual fue de 113,13 msnm, valor inferior a su promedio histórico en 1,03 m.

Durante el mes de febrero 2001 el nivel del río Amazonas descendió, iniciando el mes con 115,20 msnm y terminando con 114,76 msnm.(figura 30).

**Cuenca del río Huallaga:** el nivel de agua del río Huallaga se mide en la estación hidrométrica de Picota.

El río Huallaga inició enero 2001 con un nivel de agua de 17,66 m y finalizó el mes con 16,84 m, sin embargo, durante el mes se caracterizó por presentar descensos y ascensos alternados. El día 20 el

nivel estuvo cercano a su valor crítico que es de 19,0 m. El nivel medio mensual fue de 17,59 m valor que superó al de enero 2000 en 1,2 m.

En febrero 2001 inició con un nivel de 16,65 m y el día 07 a las 14 horas, alcanzó un nivel de 19,08 m, superior a su nivel crítico. El nivel medio mensual es de 17,12 m, valor inferior al registrado en febrero del 2000, en 0,09 m (figura 31).

### Efectos hidrológicos

El río Amazonas durante el mes de enero/2001 se caracterizó por presentar un comportamiento hidrológico ascendente de sus niveles de agua, a razón de 14,0 cm/día. Cabe mencionar que del día 25 al 31 superó en promedio en 0,56 m respecto a su normal o promedio histórico. Al respecto, tal circunstancia favoreció a la navegación fluvial y la actividad comercial.

En Tingo María, el río Monzón, afluente del río Huallaga, el día 12 se desbordó afectando viviendas asentadas a las riberas del mismo.

El río Huallaga, el día 20 registró en la estación Picota niveles que provocaron desbordes e inundaciones que

afectaron a las localidades ubicadas en el Bajo Huallaga (Pucaca, Buenos Aires, Shimbio, Chazuta y Campanilla) principalmente con pérdidas en la agricultura y obstaculizando el tránsito vial de la carretera marginal Shimbio.

El río Biavo, afluente importante por la margen derecha del río Huallaga, registró el día 24 en la estación Biavo un caudal de 200,02 m<sup>3</sup>/s, situación hidrológica extrema que provocó desbordes e inundaciones que afectaron significativamente áreas de cultivo de los centros poblados del Alto Biavo caso: José Olaya, Muralla, Andoas, Gonzáles Prada y

Nuevo Arica principalmente.

El río Perené afluente del río Ucayali, el día 8 se desbordó y erosionó 80 m de la carretera asfaltada, en el sector de la comunidad de Marankiari Bajo.

En Huancayo, el río Shullcas afluente del río Mantaro, el día 12 inundó numerosas viviendas, vías de comunicación, terrenos cultivables, animales y otros, reubicándose a las localidades de Salcedo, Manchego y Santa Rosa debido a los daños causando a un total de 190 viviendas.

#### **4. TENDENCIA HIDROLOGICA**

##### **Vertiente del Océano Pacífico:**

###### **Zona norte**

El caudal de los ríos Tumbes y Chira se incrementarán en relación al mes anterior, sin embargo, al finalizar el mes su caudal promedio mensual será inferior a su promedio histórico.

El caudal del río Chancay-Lambayeque se incrementará en relación al mes anterior, y al finalizar el mes su caudal promedio será superior a su promedio histórico.

###### **Zona centro**

El caudal de los ríos: Rímac, Chillón y Lurín, se incrementará en relación al mes anterior y se prevé valores superiores a su promedio histórico o normal. En este mes se presentarán sus caudales máximos instantáneos.

###### **Zona sur**

El caudal de los ríos Chili y Camaná – Majes se incrementará, manteniendo valores sobre sus promedios históricos a consecuencia de las precipitaciones que continuarán cayendo en las partes altas de sus cuencas.

##### **Vertiente del Lago Titicaca:**

Los ríos de la vertiente del lago Titicaca, continuarán incrementando su caudal hasta finalizar el mes, debido a lo cual se mantendrán los riesgos de desbordes e inundaciones.

El nivel de agua del lago Titicaca, continuará incrementándose a un ritmo promedio de 2,0 cm/día, y al finalizar el mes de marzo podría alcanzar un nivel de 3810,0 msnm, nivel próximo al nivel crítico a partir del cual el lago inunda áreas habitadas y zonas importantes de cultivos.

##### **Cuenca amazónica**

El nivel de agua de los ríos Amazonas, Nanay y afluentes presentarán un comportamiento ascendente y superior al mes anterior pero con niveles ligeramente inferior a sus promedios históricos.

Los ríos Huallaga, Mayo y Biavo presentarán un comportamiento ascendente y con variaciones similares a su promedio histórico.

## 1. MONITOREO DE LA CONTAMINACION ATMOSFÉRICA DE LIMA METROPOLITANA – ENERO 2001

### 1.1 Aspectos generales

La zona metropolitana de la ciudad de Lima (LCMA) que al presente cuenta con aproximadamente ocho millones de habitantes, se caracteriza por un ambiente urbano que se desenvuelve bajo una atmósfera con una creciente concentración de contaminantes primarios y secundarios en la forma de partículas y gases.

Por su localización latitudinal tropical y subtropical (entre la línea ecuatorial y los 18° de latitud Sur), al Perú le correspondería un clima cálido y lluvioso (tropical húmedo), que debería dominar su mayor extensión territorial. Sin embargo, condicionantes que afectan el clima del Perú como la circulación general atmosférica y oceánica, la posición astronómica sobre la superficie de la tierra y las características de la superficie (elevación y exposición) sujetos a su vez a la influencia de los factores siguientes: la cordillera de los Andes, el anticiclón del Pacífico sur; la corriente oceánica peruana y la contracorriente oceánica o corriente de El Niño y el fenómeno ENSO (El Niño – La Niña) han originado que el territorio peruano presente contrastes climáticos tan notables como muy pocos países del mundo poseen.

El anticiclón del Pacífico sur, constituido por masas de aire en continua subsidencia que generan alta presión y circulación en sentido opuesto a las agujas del reloj, es la fuente energética que mueve todo el sistema de corrientes oceánicas de su entorno, entre ellas la de Humboldt, de aguas frías provenientes de altas latitudes y particularmente del afloramiento activo que lo caracteriza, la cual fluye en dirección norte a lo largo de la costa enfriando el aire de las capas bajas de la atmósfera. Las condiciones descritas originan sobre casi toda la región costera una estabilidad atmosférica intensa que da paso a la formación de una capa de inversión térmica con una base que oscila entre los 600 y 900 metros de altura, ocasionando por debajo de su base la formación de una nubosidad estratiforme que predomina durante 8 a 9 meses al año y desaparece temporal y parcialmente durante el verano austral, sin la posibilidad de producir precipitación pluvial significativa, lo que íntimamente está relacionado a la aridez de la costa peruana.

A fin de sistematizar el conocimiento, han habido varios intentos para clasificar los climas del Perú,

dentro de los cuales está el Mapa de Nicholson elaborado a inicios de los años 40 y posteriormente el Mapa de Valdivia y Schroder, ambos basados en la clasificación de Köppen como lo afirma la ONERN (1985) en su Estudio de los recursos naturales del Perú, donde sostiene que la costa peruana desde Piura hasta Tacna y desde el litoral del Pacífico hasta aproximadamente los 2000 metros (abarcando 180 000 km<sup>2</sup>-14% de la superficie territorial del país) le corresponde el tipo de Clima – cálido muy seco (desértico o árido subtropical).

El SENAMHI en el año 1977, usando datos meteorológicos del período de 10 años (1965 – 1974) elaboró el Mapa de clasificación climática del Perú siguiendo la clasificación de Thornthwaite, determinando 28 tipos climáticos diferentes en el país, de los cuales a la costa central, le corresponde el tipo de clima: E(d)B<sub>1</sub>.H<sub>3</sub> (árido, deficiente en lluvias en todas las estaciones, semicálido y húmedo).

Muchos autores han convenido en definir a la contaminación del aire como “la presencia en la atmósfera de uno o más elementos, en cantidad suficiente, de características o permanencia tales que causen efectos indeseables en el ser humano, las plantas, la vida animal o las construcciones y monumentos, o que interfieran con el esparcimiento del ser humano”.

En el caso de la ciudad de Lima estos elementos contaminantes son polvo, emanaciones de gases, vapores y humos, olores indeseables y ofensivos, ruidos, radiaciones, desocupación y pobreza extrema, etc.

Los contaminantes químicos del aire por su origen pueden ser primarios y secundarios. Los **contaminantes primarios** son aquellos que después de ser emitidos a la atmósfera por la fuente contaminante, no experimentan transformación alguna (química o física) dentro de la atmósfera (hidrocarburos y derivados volátiles como gasolina, petróleo, kerosene, aguarrás, acetona, thinner, metano, etano o gas doméstico, etc), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub> de los cuales el SO<sub>2</sub> es el más importante), monóxido de carbono (CO), humos, cenizas, etc.

Los contaminantes **secundarios** se originan en la atmósfera mediante reacciones fotoquímicas, hidrólisis o por oxidación a partir de los contaminantes



## Ambiente

e inadecuada disposición de la basura; sales formadas en la atmósfera por reacciones fotoquímicas, hidrólisis o por oxidación; polen de la fase de floración de las plantas de las áreas verdes y del ambiente rural; pelos y escamas o células epiteliales muertas de todas las formas de vida animal que habitan en las ciudades; bacterias, quistes y virus del fecalismo al aire libre tanto de la población marginal (33 % de la población limeña) sin servicios básicos, como de perros, gatos y otras mascotas, que a sus deposiciones con alta carga de endoparásitos o agentes portadores de enfermedades contagiosas, se suma los restos y residuos de ectoparásitos y fauna natural, formando el material de partículas de composición muy heterogénea que se seca y pulveriza, para ser una y otra vez inyectado al aire por los fenómenos turbulentos de los niveles bajos de la atmósfera. Estas partículas contaminantes, dependiendo de su tamaño pueden ser: partículas sedimentables (diámetro  $>10\mu$ ) y partículas en suspensión (diámetro  $\leq 10\mu$ ).

Las primeras están constituidas por las partículas contaminantes sólidas de un diámetro equivalente mayor a  $10\mu$  ( $D > 10\mu$ ), tamaño y peso que están dentro de la influencia de la fuerza de atracción gravitatoria terrestre (gravedad), por lo que sedimentan y se depositan en forma de polvo en las diferentes superficies desde donde vuelven a ser inyectados al aire por los llamados flujos turbulentos de las zonas urbanas originadas tanto por la interacción del movimiento de vehículos con la forma de canal de calles y avenidas, como por la interacción de la rugosidad de las superficies urbanas que se oponen al flujo de vientos cortantes generados por inestabilidades efímeras originados por el desigual calentamiento de las superficies que a su vez dependen de su naturaleza y de las diferencias cambiantes micro y meso espaciales en las condiciones de tiempo.

De acuerdo a recientes resultados del Programa de vigilancia de la contaminación del aire del área metropolitana de la ciudad de Lima, que desde el año 1990 conduce el SENAMHI, se ha encontrado que exceptuando la estrecha franja costera adyacente al litoral; toda la población de los distritos que conforman el área metropolitana de la ciudad de Lima soportan niveles de contaminación de dos a siete veces más que el límite máximo permisible recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Del total de partículas que son inyectadas al aire, las más peligrosas para la salud humana son las de tamaño igual o menor a  $10\mu$  de diámetro, las cuales por su tamaño y peso muy pequeños son transportados más que por la gravedad por los flujos turbulentos del aire dentro de la capa límite de las zonas

urbanas. Son las llamadas partículas en suspensión, que son las más peligrosas para la salud porque al mantenerse en el aire se convierten en las partículas inhalables en todo momento, tanto en exteriores como en interiores. Las partículas líquidas se originan principalmente a partir de los contaminantes gaseosos ( $\text{SO}_2$ ) y ( $\text{NO}_2$ ) que reaccionan químicamente en la atmósfera hasta formar los contaminantes sólidos sulfatos ( $\text{SO}_4$ ) y nitratos ( $\text{NO}_3$ ), respectivamente, los cuales en presencia de agua líquida reaccionan hasta formar los ácidos sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) correspondientes, constituyendo la lluvia ácida que precipita en la forma de fina garúa sobre la ciudad de Lima.

En esta realidad, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, en cumplimiento de sus funciones y conciente del problema de la contaminación del aire que afecta a la salud de la población de la ciudad de Lima y a sus diferentes actividades socioeconómicas, sentó en 1990 las bases para el desarrollo del programa de vigilancia de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de la ciudad de Lima. Este programa comprende los dos siguientes sub-programas:

- El Sub-programa de Vigilancia de la contaminación del aire por gases a través del cual se está haciendo un muestreo a las concentraciones de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y de monóxido de carbono (CO).
- El Sub-programa de Vigilancia de la contaminación del aire por Contaminantes Sólidos Sedimentables, **al que se refiere el presente Boletín**, mediante el cual se realiza el muestreo de la cantidad total de contaminantes sólidos que en forma de polvo se depositan sobre las diferentes superficies para ser inyectados nuevamente al aire por los flujos turbulentos que ocurren dentro de la capa límite de las zonas urbanas.

Asimismo, actualmente se comienza a sentar las bases para el estudio y análisis de modelos atmosféricos de mesoescala para su aplicación en la evaluación de la calidad del aire y en la elaboración de planes de contingencia en el área metropolitana de la ciudad de Lima. El modelo RAMS se encuentra en fase de instalación y prueba.

### 1.2 Metodología

La evaluación mensual de los contaminantes sólidos sedimentables (CSS) se realiza de acuerdo a la siguiente metodología :



**Fase preliminar de gabinete :** Se codifica y prepara todo el material que se lleva a campo para reemplazar a 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 llevadas a laboratorio.

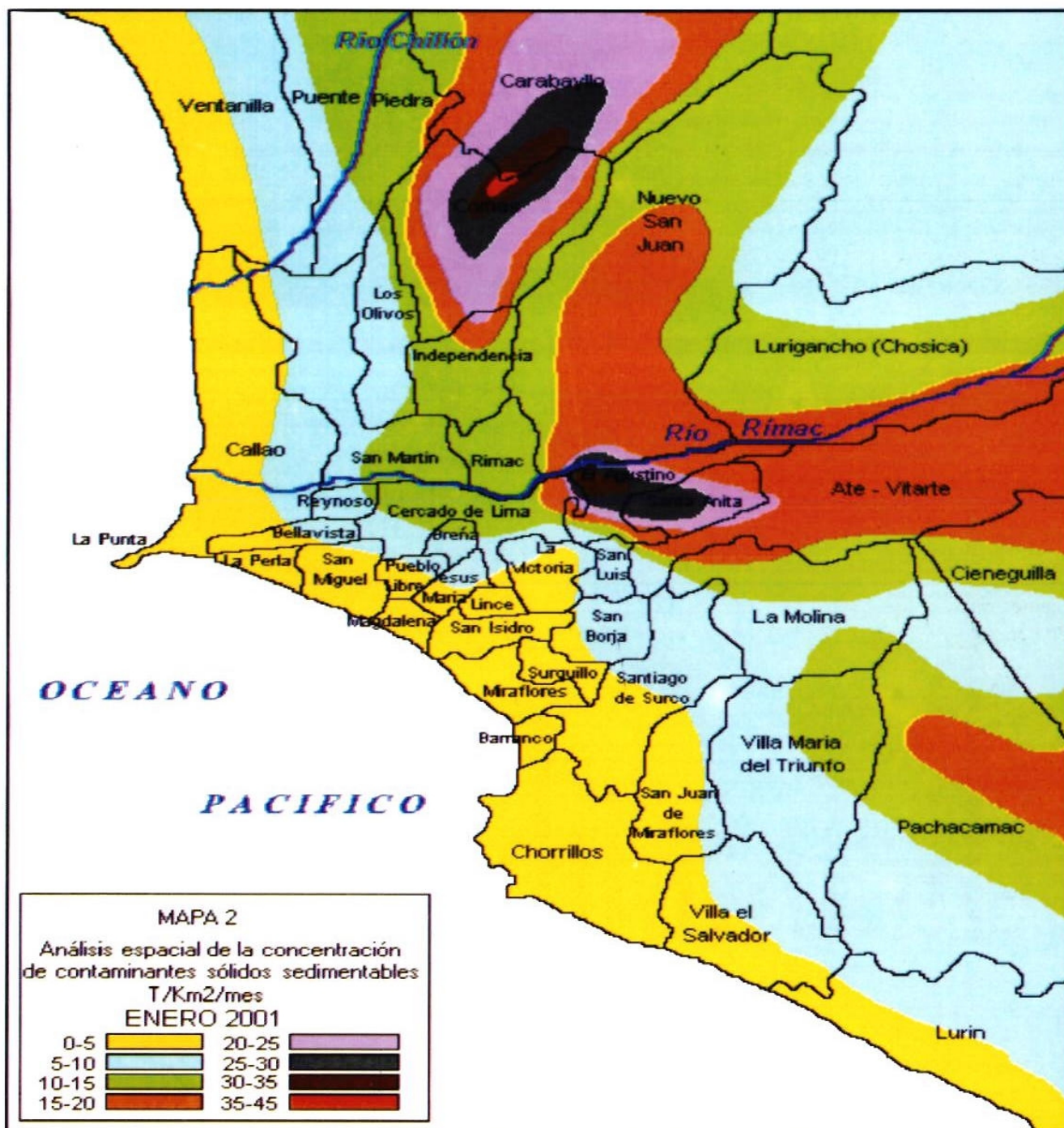
**Fase de laboratorio :** Por el método gravimétrico se determinan las concentraciones correspondientes a cada una de las estaciones de observación.

**Fase de gabinete :** Involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información y la elaboración del boletín mensual

**1.3 Distribución espacial de contaminantes sólidos sedimentables-enero 2001**

La distribución espacial de contaminantes sólidos sedimentables (**Mapa 2**) elaborada a partir de las concentraciones o acumulados mensuales (**Fig. 1**)

**Mapa 2 - Contaminantes Sólidos Sedimentables**  
Programa de vigilancia de la contaminación atmosférica—Lima Metropolitana y Callao





## Ambiente

provenientes de la red de muestreo (**Mapa 1**) se hace con la necesidad primordial de mostrar la calidad deteriorada del aire de la zona metropolitana de la ciudad de Lima (LCMA), la cual por su configuración topográfica compleja (elevación del terreno) en interacción con las variaciones de las condiciones meteorológicas (tiempo) y la variabilidad climática característica de la costa central de Perú, materializan la permanente presencia de una capa de inversión de temperatura que a su vez condiciona una atmósfera estable (**Fig. 4**) y alta humedad (**Tabla 1 y Fig. 2**). La frecuencia de velocidad y dirección de los vientos superficiales (**Fig. 3a, 3b y 3c**) y el fenómeno de turbulencia dentro de la capa límite de la zona urbana, ocasionada por el movimiento de vehículos y rugosidad de la superficie dificultan la difusión, transporte y dispersión de los contaminantes atmosféricos mencionados.

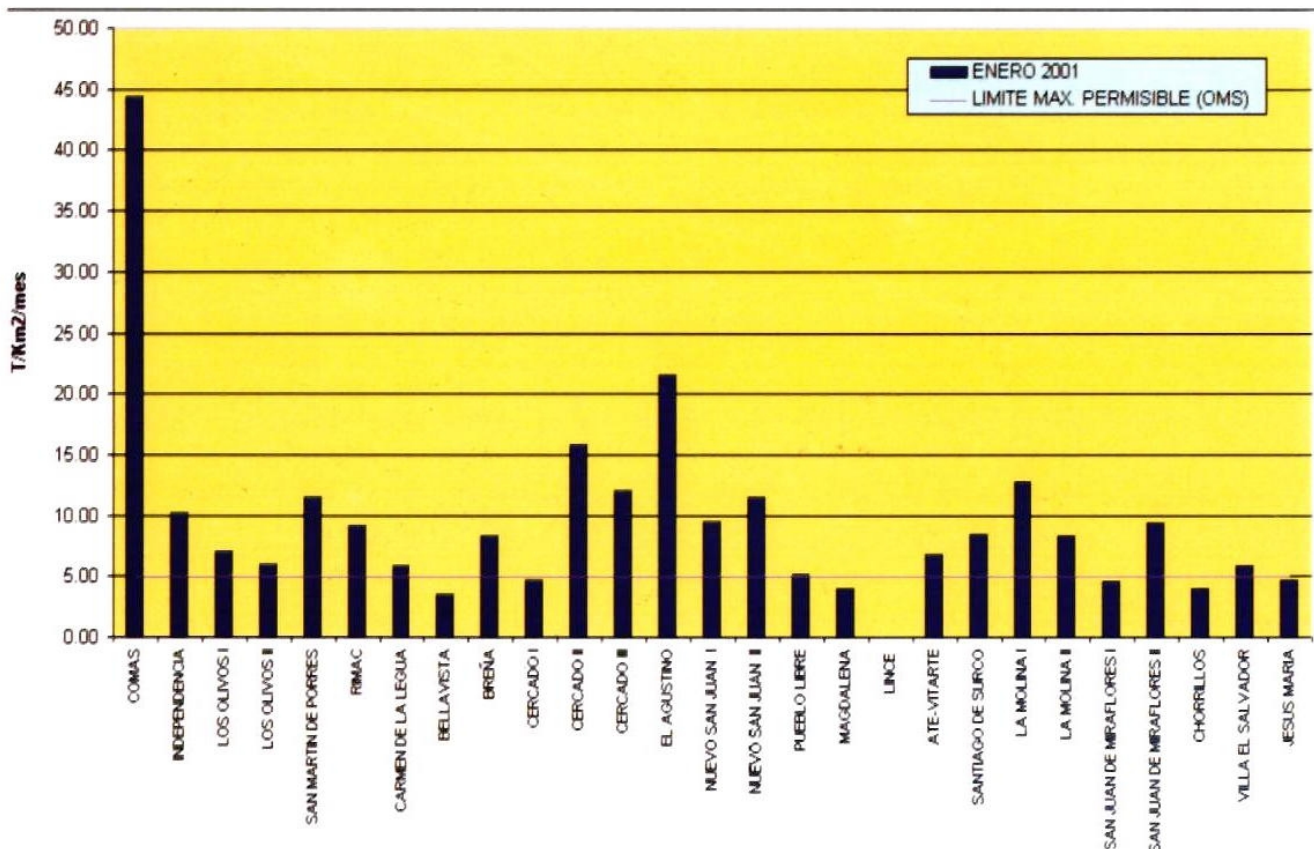
Por lo tanto, sobre la base de las condiciones arriba descritas y tomando como referencia el límite permisible de 5 T/km<sup>2</sup>/mes recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se realizó el análisis espacial o zonificación de las áreas según la concentración de contaminantes sólidos sedimentables (polvo) para el mes de **enero del 2001**, encontrándose las concentraciones más bajas (0,023 T/km<sup>2</sup>/mes) en Lince y la más elevada (44,35 T/km<sup>2</sup>/mes) en Comas, cono norte de la capital, delimitán-

dose las ocho (08) regiones o zonas dentro del área metropolitana de la ciudad de Lima que a continuación se describen:

**Primera zona:** esta zona abarca áreas que presentan concentraciones de contaminantes menores a 5 T/km<sup>2</sup>/mes, las cuales se extienden a lo largo del litoral, alcanzando una mayor amplitud desde el distrito de Chorrillos hasta el distrito de La Punta, continuando al norte una franja más estrecha hasta el distrito de Ventanilla.

**Segunda zona:** esta zona agrupa las áreas con niveles de concentración de contaminantes que varían entre 5 a 10 T/km<sup>2</sup>/mes. Comprende los distritos del cono sur tales como la parte norte-este de Lurín y Villa El Salvador, la parte sur-oeste de Pachacamac, sur-este y nor-este de San Juan de Miraflores, sur-este y parte central de La Molina y sur-central del distrito de Cieneguilla. En el sector centro se distribuye desde la zona central y sur de San Luis, norte de La Victoria, sur-oeste-este del cercado de Lima, nor-este de Jesús María, parte sur-central de Breña y Reynoso, y sur-este de Bellavista. En el cono norte, zona este del Callao, oeste y norte de San Martín de Porras y parte central de Ventanilla, así mismo se observa una franja de posición oeste que pasa por el distrito de Puente Piedra y toda la zona oeste central de Los Olivos. Asimismo, se encuentra distri-

Figura 1 - Totales mensuales de contaminantes sólidos sedimentables en las estaciones de monitoreo



buido en el cono este, comprendiendo la zona norte del distrito de Lurigancho y este de Nuevo San Juan.

**Tercera zona:** es la que muestra valores de contaminantes de 10 a 15 T/km<sup>2</sup>/mes y se distribuye en los conos norte, este y sur del área en estudio. En el cono norte comprende todo Puente Piedra, noreste y sur de San Martín de Porras, franja este en Los Olivos, todo Independencia, Rímac, el lado oeste y este de Comas, la parte norte del Cercado de Lima, Breña, San Luis y La Molina. En el cono este, periferia de Nuevo San Juan, sur de Lurigancho. En el cono Sur, norte de Cieneguilla, parte central y suroeste de Pachacamac, nor-oeste de Villa María del Triunfo.

**Cuarta zona:** reúne áreas con valores que oscilan entre 15 a 20T/km<sup>2</sup>. Se observan dos núcleos de mayor concentración los cuales están distribuidos en los conos norte y centro-este de la zona en estudio. Para el caso del cono norte comprende la periferia de Carabayllo y Comas, este de Puente Piedra, norte de Independencia. En el cono centro-este toda la zona central urbana de Nuevo San Juan, este de El Agustino, zona este del cercado de Lima, todo Ate-Vitarte y sur-este de Santa Anita. Finalmente, en el cono sur comprende la parte central y este de Pachacamac.

**Quinta zona:** a manera de regiones anulares no concéntricas, agrupa áreas con concentraciones que oscilan entre 20 a 25 T/km<sup>2</sup>/mes, encerrando a los núcleos de mayor contaminación. Para el caso del cono norte ésta se extiende en una estrecha franja sobre el eje norte-sur en la parte central de Carabayllo y Comas. El otro núcleo de alta concentración de contaminantes sólidos sedimentables abarca el distrito de Nuevo San Juan, la zona sur, extremo este del cercado de Lima, norte y centro del distrito de El Agustino y Santa Anita.

**Sexta zona:** comprende niveles de concentración que varían entre 25 a 30 T/km<sup>2</sup>/mes, ubicándose entre los conos norte y centro-este del área en estudio. En el caso del núcleo norte se distribuye en la mayor parte central y norte de Comas y sur de Carabayllo. El núcleo centro-este abarca la zona central de El Agustino y el extremo oeste de Santa Anita.

**Séptima zona:** comprende niveles de concentración de contaminantes sólidos sedimentables entre 30 a 35 T/km<sup>2</sup>/mes. En el cono norte se distribuye desde la zona sur de Carabayllo hasta la zona norte y centro de Comas. Está comprendido El Agustino.

**Octava zona:** esta zona, para el presente mes de **enero**, constituye el núcleo del cono norte donde la

elevada concentración de contaminantes ha alcanzado valores entre 35 a más de 40 T/km<sup>2</sup>/mes, es decir más de ocho veces los límites máximos permisibles recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

#### **1.4 Condiciones meteorológicas durante enero**

La descripción de las condiciones climatológicas para el mes de **enero** en el ámbito de la zona metropolitana de la ciudad de Lima, está basada en la siguiente red meteorológica de superficie: estación Pantanos de Villa (Chorrillos), estación Las Palmas (Surco), estación Alexander Von Humboldt (La Molina), estación Campo de Marte (Jesús María), estación Collique (Comas) y la estación meteorológica de radiosonda del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (Callao), que se encuentran graficadas en el **mapa 1**. Los parámetros meteorológicos de superficie recopilados y evaluados son:

- La variación temporal diaria de temperatura (°C), humedad relativa (%) máximas y mínimas (**Fig. 2**), caracterizan a la zona metropolitana de la ciudad de Lima con sus valores extremos absolutos correspondientes (**Tabla 1**) propios de condiciones climáticas de extrema aridez en interacción con la casi permanente cubierta nubosa estratiforme, debilitándose un tanto como corresponde a la estación de verano.
- El análisis de frecuencias de viento promedio diario (velocidad y dirección) correspondiente a las tres horas sinópticas de observación (07, 13 y 19 horas) y el promedio mensual (**Figs. 3a, 3b y 3c**) muestran el incremento de intensidad de vientos débiles a moderados y de moderados a fuertes, dependiendo de la ubicación de las estaciones con respecto a la cercanía al mar, predominando las componentes sur y suroeste, en la medida que se intensifican o debilitan los vientos de gran escala.
- Las condiciones meteorológicas en la capa límite atmosférica sobre la zona metropolitana de la ciudad de Lima (**Fig. 4**) que se explican en el radiosondaje promedio para el mes de enero 2001 (primeros 15 días) en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, muestran el debilitamiento de la capa de inversión térmica, lo que permite una mayor dispersión de los contaminantes.

Figura 2 - Variación temporal de las temperaturas y humedades relativas extremas

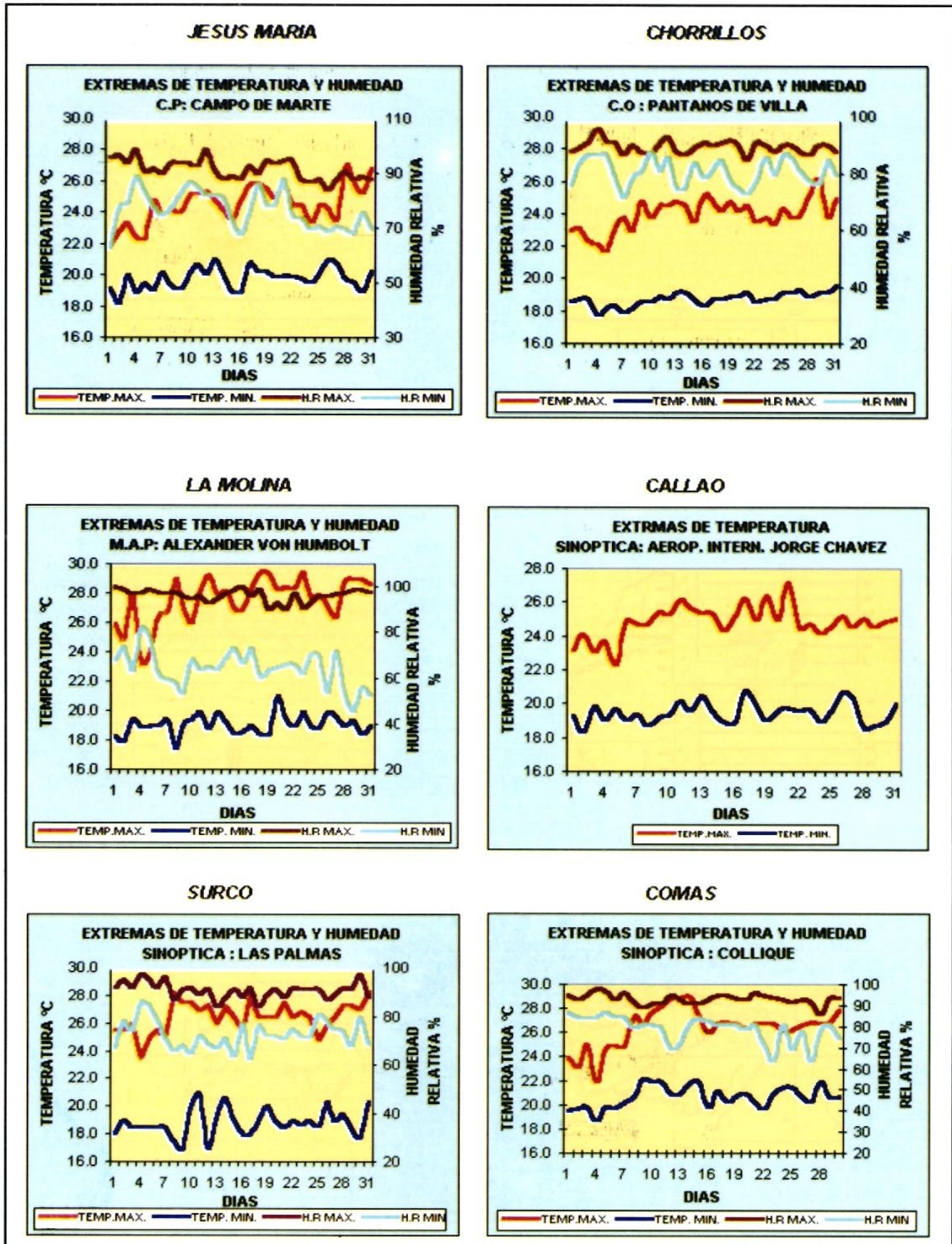


Tabla 1

Análisis de la distribución de frecuencias de vientos (porcentaje %) - Enero 2001-

LA MOLINA ESTACION M.A.P ALEXANDER VON HUMBOLDT									
	07:00			13:00			19:00		
	D	M	F	D	M	F	D	M	F
N									
NE							12.9		
E									
SE							3.2		
S	3.2			3.2			6.4		
SV	25.8			77.4	19.3		58.1	3.2	
V	6.7						9.7		
NV	12.9						6.4		
C	51.6								

CHORRILLOS ESTACION C.O PANTANOS DE VILLA									
	07:00			13:00			19:00		
	D	M	F	D	M	F	D	M	F
N									
NE									
E									
SE		19.3	3.2						
S	3.2	9.7	9.7		3.2	16.1			6.4
SV	51.6				35.5	41.9		12.9	80.6
V		3.2				3.2			
NV									
C									

CALLAO ESTACION SINOPTICA AEROP. INTERN. JORGE CHAVEZ									
	07:00			13:00			19:00		
	D	M	F	D	M	F	D	M	F
N									
NE		3.2							
E									
SE		3.2	3.2						
S		61.2	12.9						
SV									
V	6.4								
NV									
C	9.7								

JESUS MARIA ESTACION C.P. CAMPO DE MARTE									
	07:00			13:00			19:00		
	D	M	F	D	M	F	D	M	F
N									
NE								3.2	
E									
SE									6.4
S	6.4			25.8	6.5		45.1	19.3	
SV	3.2			48.4	12.9		6.4	3.2	
V									
NV									
C	90.3			6.5			16.1		

SURCO ESTACION SINOPTICA: LAS PALMAS									
	07:00			13:00			19:00		
	D	M	F	D	M	F	D	M	F
N									
NE								3.2	
E									
SE									
S	9.7		3.2		32.2	9.7		9.7	35.5
SV				3.2	12.9	6.4		22.6	12.9
V					12.9				
NV				16.1	3.2				
C	87.1			3.2			16.1		

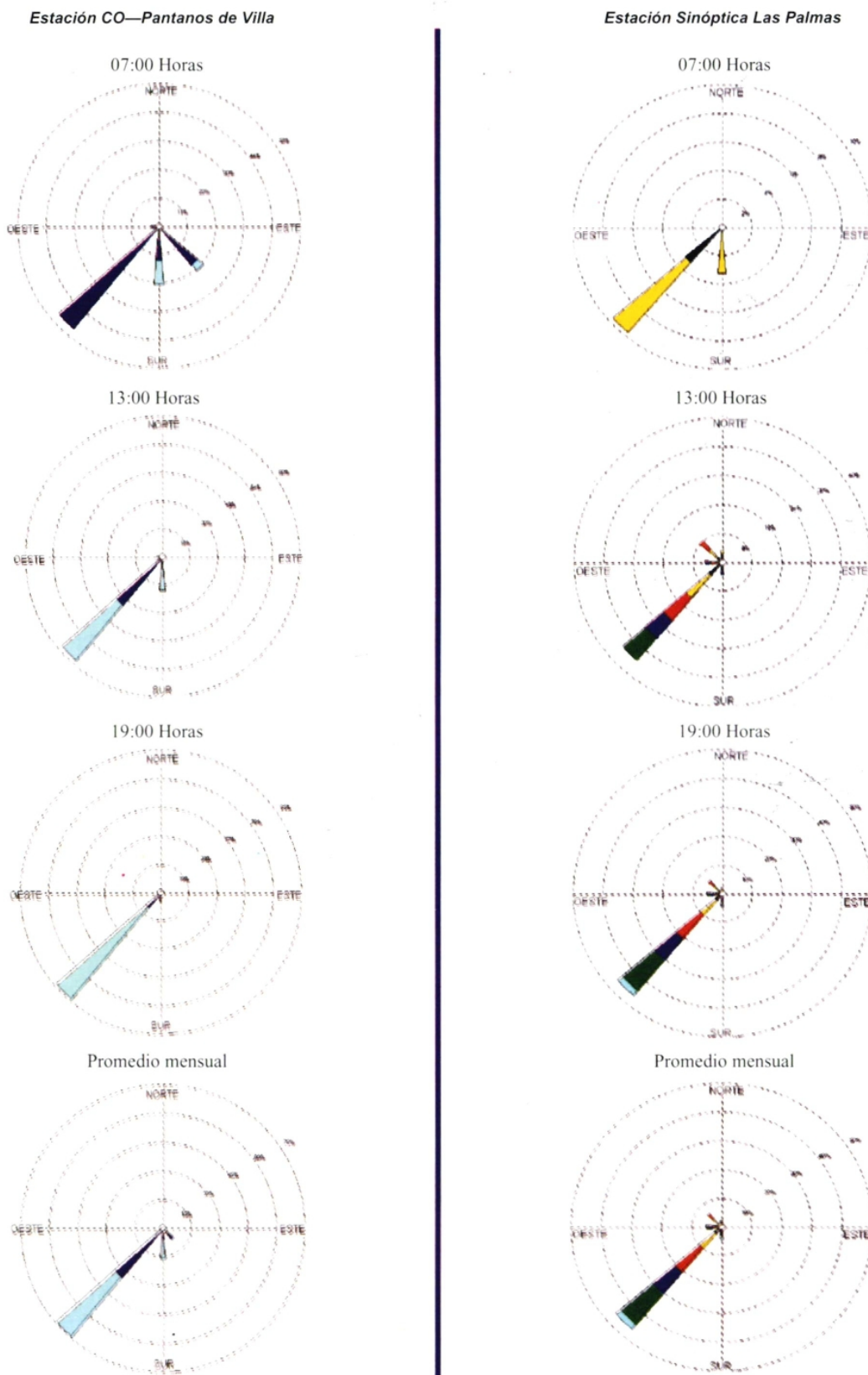
COMAS ESTACION SINOPTICA : COLLIQUE									
	07:00			13:00			19:00		
	D	M	F	D	M	F	D	M	F
N									
NE					3.2				
E									
SE						3.2			3.2
S						12.9			19.3
SV				9.7		58.0			61.3
V						12.9		3.2	12.9
NV									
C	100.0								

Leyenda : Calma 0 m/seg  
 Debil 0,26 - 2,24 m/seg  
 Moderado 2,3 - 4,5 m/seg  
 Fuerte Mayor 4,5 m/seg

Temperatura y Humedad Relativa -Enero 2001-

VARIABLES	TEMPERATURA (°C)			H. RELATIVA (%)		
	MAX.	MIN.	MEDIA	MAX.	MIN.	MEDIA
ESTACION						
AEROP. INTERN. JORGE CHAV	27.2	18.4	22.8			
ALEXANDER VON HUMBOLDT	29.5	17.5	23.5	100	46	73
CAMPO DE MARTE	27.8	18.2	22.6	97	63	80
PANTANOS DE VILLA	26.2	17.8	22.0	96	72	84
COLLIQUE	28.9	18.8	23.9	98	64	81
LAS PALMAS	28.3	17.0	22.7	97	64	81

Figura 3a - Rosa de Vientos - enero 2001



m/s

Figura 3b - Rosa de Vientos - enero 2001

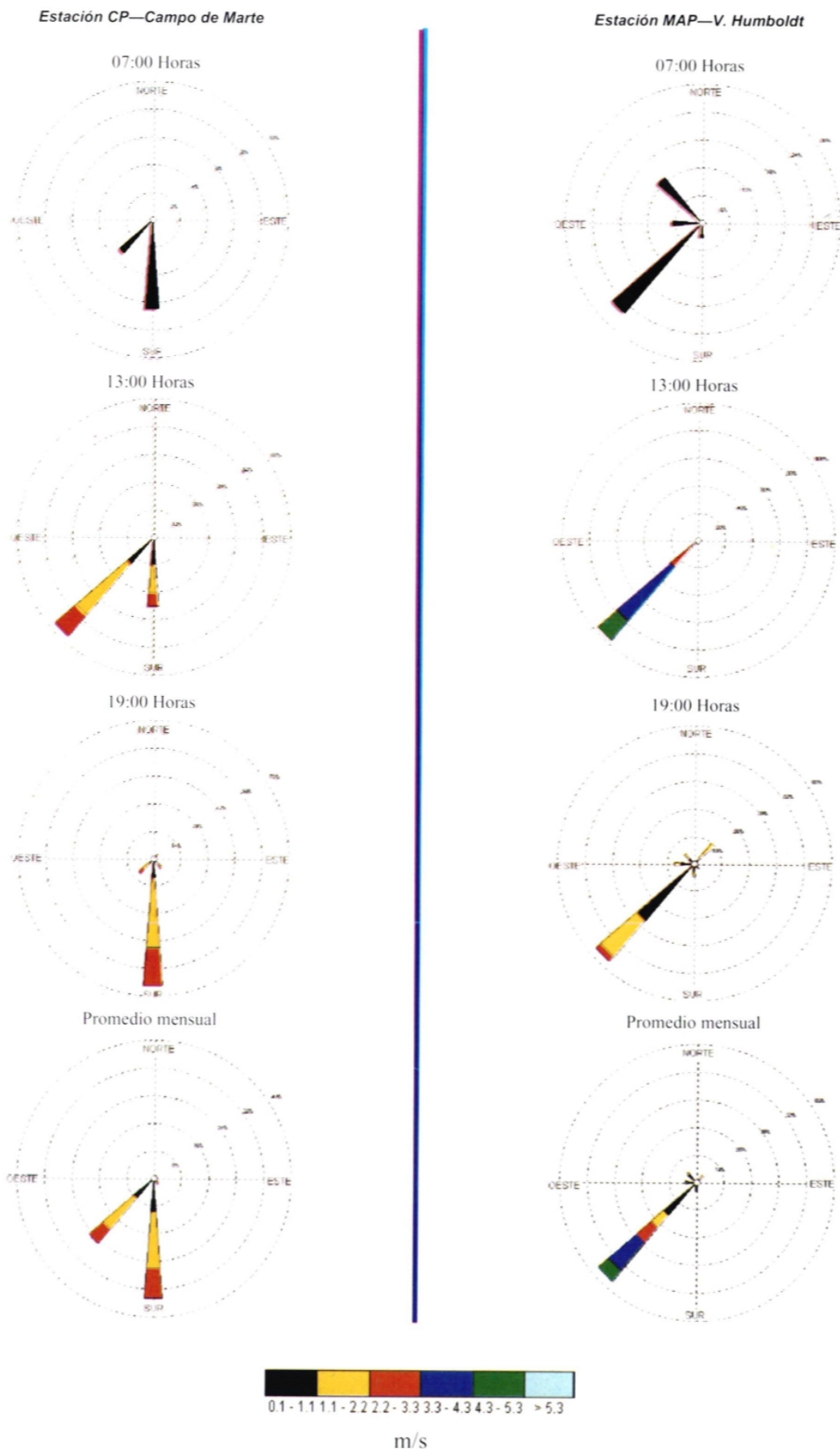


Figura 3c - Rosa de Vientos - enero 2001

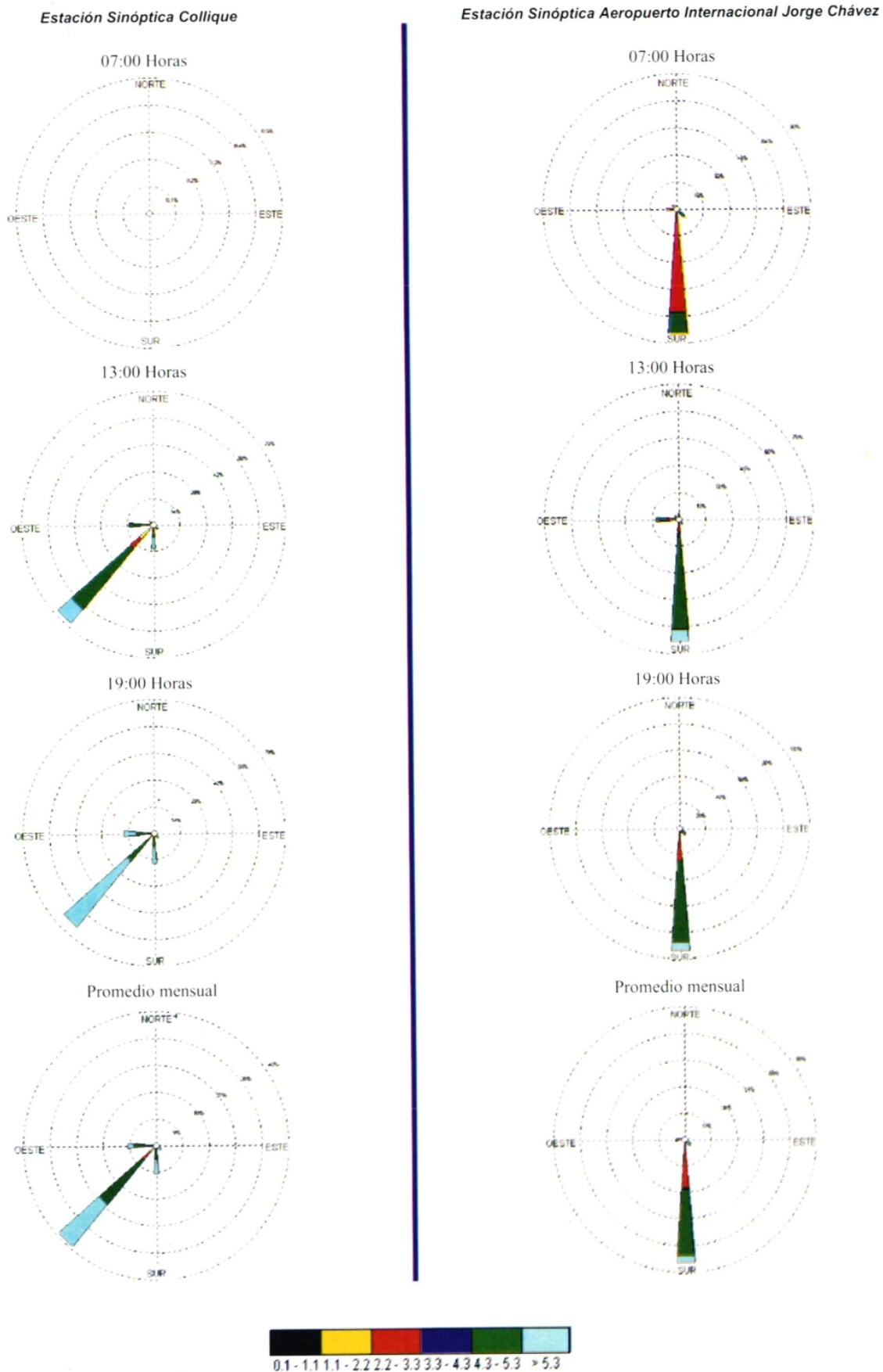
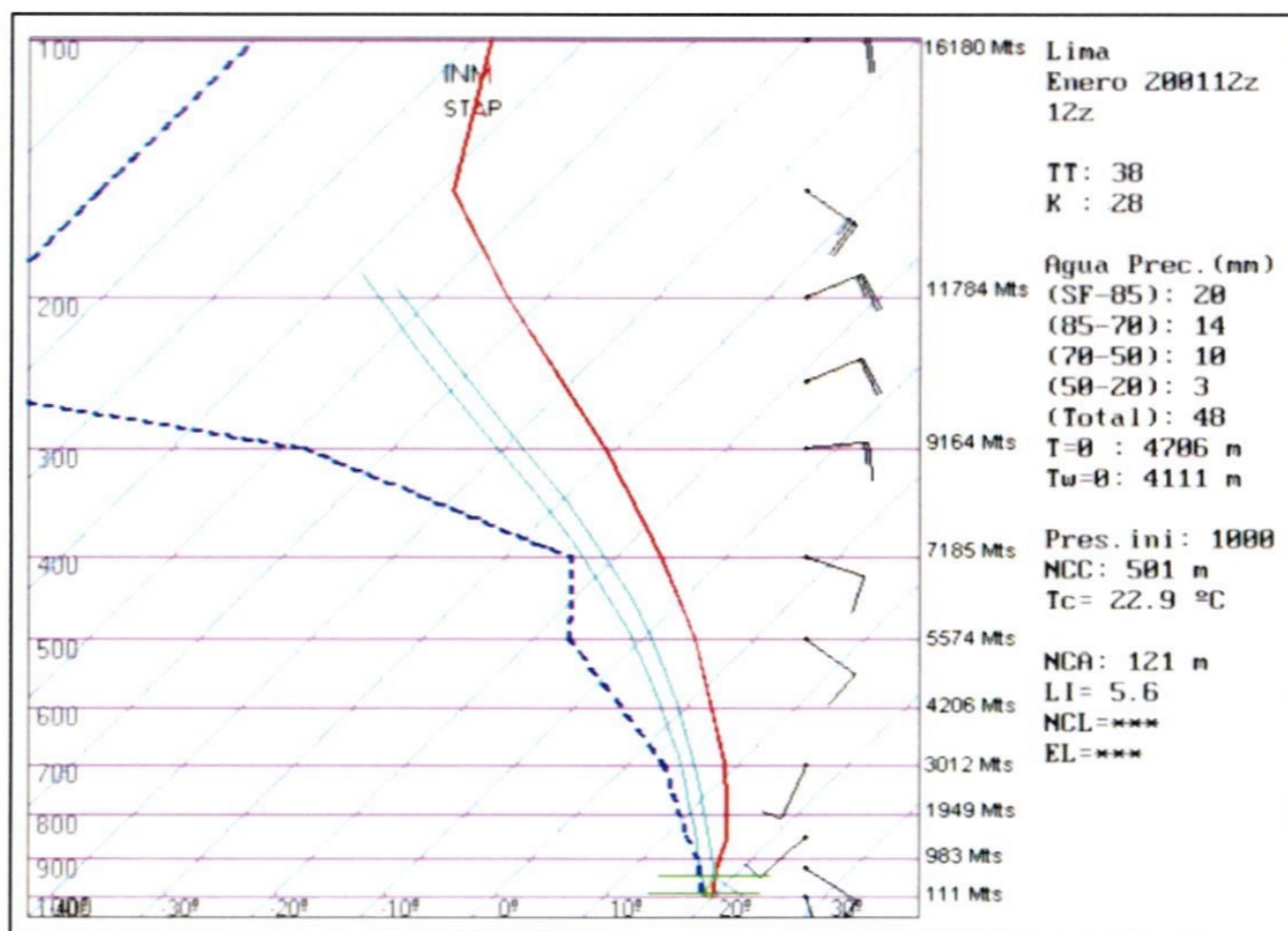


Figura 4 - Perfil vertical de la temperatura y humedad del mes de enero 2001 (Aeropuerto Internacional Jorge Chávez Lima—Perú)



**1.5 Conclusiones**

1.- El análisis de la variación temporal y espacial de los contaminantes sólidos sedimentables realizado en la zona metropolitana de la ciudad de Lima (**Mapa 2**) muestra la presencia de dos núcleos de alta concentración de contaminantes sólidos sedimentables; el primero y más intenso en el cono norte (Comas y Carabayllo) con 44,35 T/km<sup>2</sup>/mes; el segundo en intensidad en el cono centro-este de la ciudad (El Agustino) con 21,51 T/km<sup>2</sup>/mes.

2.- Del total de los 27 puntos de observación, sólo siete de ellos (Bellavista, Cercado I, Magdalena, Lince, San Juan de Miraflores I, Chorrillos y Jesús María) registran valores inferiores al límite referencial permisible, es decir, apenas aceptables para el desarrollo de las actividades humanas (**Figura 1**). Esto demuestra que la calidad del aire en la ciudad de Lima metropolitana tiende a mejorar en la época de verano, ya que, entre los puntos mencionados, se tiene que destacar el punto del Cercado I; este resultado nos muestra que la dispersión es más efectiva de presentarse condiciones atmosféricas favorables. Sin embargo, no es suficiente para mitigar los daños a la salud de la población.

3.- La zona de la franja costera presenta concentraciones de contaminantes sólidos sedimentables inferiores al límite referencial permisible (5 T/km<sup>2</sup>/mes) con relación al mes anterior, debido a la variación ascendente en intensidad y frecuencia de los vientos predominantes de componente sur y suroeste registradas en la red de estaciones meteorológicas, como se observa en las **Figs. 3a, 3b y 3c**.

4.- Durante todo el presente mes la capa de inversión térmica atmosférica se observó relativamente debilitada (**Fig. 4**), evidenciando la presencia de inestabilidad atmosférica, consecuencia del comportamiento normal de la estación de verano. Estas condiciones meteorológicas estarían propiciando la dispersión de estos sólidos sedimentables.



## 2. MONITOREO DE LA RADIACION ULTRAVIOLETA - B EN LIMA Y AREQUIPA ENERO 2001

### 2.1 ASPECTOS GENERALES

La capa de ozono es una capa en la atmósfera que permite preservar la vida sobre la Tierra y actúa como escudo para protegerla contra la radiación ultravioleta proveniente del sol. Está compuesta de ozono, el cual se encuentra esparcido en la estratósfera (entre los 15 a 50 km) sobre la superficie de la tierra y su concentración varía con la altura.

El ozono es un gas atmosférico traza, es decir, un gas cuyo contenido en la atmósfera es muy pequeño, inferior a una parte por millón con respecto a otros componentes gaseosos; tiene una estructura molecular conformada por tres átomos de oxígeno y se forma por la acción de la radiación solar ultravioleta.

Durante las últimas décadas se han observado regiones con valores notablemente bajos en la concentración de ozono, a lo que se ha denominado el "agujero de ozono". Los estudios que describen la formación del "agujero de ozono" sobre los polos, especialmente en la región antártica, atribuyen su presencia a la acción conjunta de tres factores: la circulación y dinámica atmosférica, la acción del hombre y las nubes estratosféricas polares.

En particular, esta disminución es atribuida principalmente a las grandes inyecciones de cloro y bromo a la atmósfera; emisiones de origen antropogénico producto del desarrollo industrial, lo cual viene ocasionando sistemáticamente la destrucción de las moléculas de ozono, con la correspondiente disminución de su concentración en la atmósfera, produciendo consecuencias que la humanidad actualmente viene afrontando, siendo una de ellas el incremento de la incidencia de la radiación solar ultravioleta en la superficie terrestre, causando efectos dañinos a los seres vivos.

El agotamiento de la capa de ozono origina el incremento de la radiación solar ultravioleta biológicamente nociva que llega a la superficie de la Tierra, conduciendo a una serie de efectos adversos, tanto al hombre como al ecosistema, situación que ha conseguido preocupar a la comunidad internacional, llegando a firmar pactos con fines de reducción de sustancias que vienen agotando la capa de ozono. En 1985 se firma el Convenio de Viena y en 1987 se firma el Protocolo de Montreal que marca el comienzo de una sucesión de logros notables. De no haberse adoptado este Protocolo con sus respectivas enmiendas de Londres y Copenhague se habría producido un aumento espectacular de casos de cáncer a la piel en la humanidad.

En el Perú, por iniciativa del SENAMHI y con el propósito de contribuir en los programas de prevención y disminución de los riesgos a la salud por la sobre-exposición a los rayos ultravioleta es que en 1998 se instalaron dos sensores de medición de irradiancia efectiva en el espectro UV-B que ingresa a la superficie terrestre, uno en la costa (Lima) y otro en la sierra (Arequipa).

### La radiación ultravioleta y sus efectos

El espectro de emisión de radiación solar está comprendido principalmente por radiación ultravioleta, radiación visible y radiación infrarroja.

La radiación ultravioleta es de menor longitud de onda, por lo tanto de mayor energía. Tomando en cuenta los efectos biológicos se la divide en regiones A, B y C de su espectro electromagnético.

La radiación ultravioleta UV-A (315 a 400 nm) es la de mayor longitud de onda y relativamente inofensiva, la cual pasa casi en su totalidad a través de la atmósfera.

La radiación ultravioleta UV-B (280-315 nm) es absorbida en su mayor parte por la capa de ozono, pero el impacto en los seres vivos produce eritema cutáneo.

La radiación ultravioleta UV-C (100-280 nm) por lo general es bloqueada casi por completo por la capa de ozono. Esta radiación produce efectos germicidas.

La radiación UV-B es biológicamente nociva para el ser vivo; en el hombre puede causar cataratas en los ojos, cáncer de piel y debilitamiento del sistema inmunológico, lo cual aumenta los casos de enfermedades infecciosas. En las plantas se alteran los ciclos vegetativos, disminuyendo la cantidad y calidad de las cosechas. En los océanos muere el plancton que habita las superficies, acabando así con el primer eslabón de la cadena alimenticia marina.

Por otro lado, el aumento de la incidencia de la radiación ultravioleta en la superficie terrestre estimula las reacciones químicas entre los gases propios de la contaminación industrial, aumentando los problemas ambientales tales como la lluvia ácida.

**2.2 Metodología**

Los sensores con que cuenta el SENAMHI son del tipo UV-Biometer 501-B, los cuales miden la irradiancia efectiva en el espectro entre 280 y 320 nm y están instalados en las ciudades de Lima y Arequipa desde el año 1998.

La metodología de trabajo es la siguiente: la toma de datos es en forma ininterrumpida durante las 24 horas del día, en intervalos de 1 minuto, esta información es concentrada en una computadora usando el sistema de comunicaciones PC PLUS 2.0, luego se efectúa el control de calidad, las conversiones para obtener esta energía en unidades de irradiancia ( $W/m^2$ ) y posteriormente el procesamiento y análisis de los datos.

**2.3 Distribución de la red UV-B en enero 2001 en Arequipa y Lima**

En la figura 1 se presenta la distribución horaria de la radiación ultravioleta-B para Lima (Jesús María) y Arequipa durante el mes de enero del 2001, notándose los valores más bajos para ambas ciudades en las primeras y últimas horas del día, mientras que los más altos se registran hacia el mediodía.

Esta radiación solar ultravioleta UV-B registrada entre las 09:30 y 14:30 horas corresponde al 83% de toda la radiación recibida durante el día.

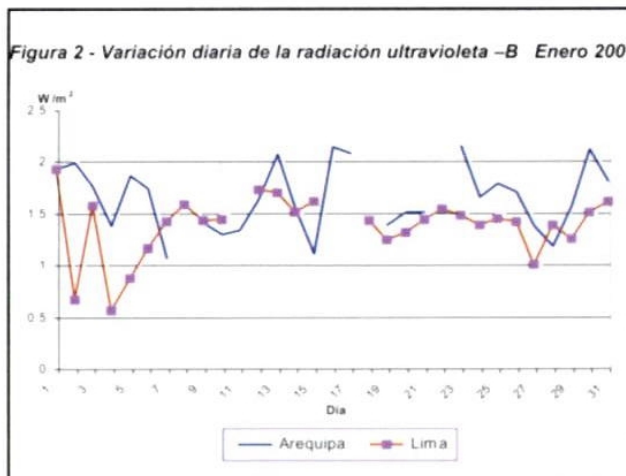
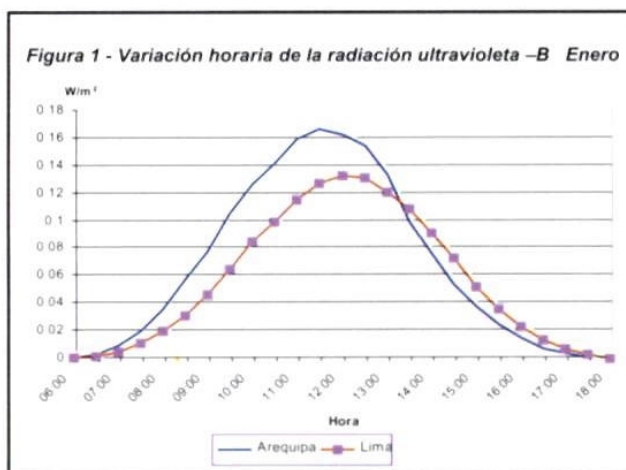
Por lo general se observa una mayor incidencia de radiación ultravioleta UV-B en Arequipa que en Lima, uno de los factores que favorecen esta mayor incidencia es la diferencia altitudinal (Arequipa ubicada a 2500 msnm y Lima a 110 msnm), asociada al espesor de la capa atmosférica. Durante las horas de la tarde se registró un ligero decrecimiento de recepción diaria para la ciudad de Arequipa comparado con Lima, lo cual se relaciona a la presencia de nubes que favorecen en Arequipa las precipitaciones en esta época del año en la sierra.

En la figura 2 se muestra la variación diaria de la incidencia de radiación UV-B para ambas ciudades, registrándose en gran parte del mes una mayor recepción diaria en Arequipa que en Lima.

El menor valor registrado en Lima fue de  $0,576 W/m^2$  (04/01/01) mientras que en Arequipa fue de  $1,081 W/m^2$  (07/01/01).

Por otro lado el mayor valor registrado para Lima fue de  $1,944 W/m^2$  (01/01/01) mientras que para Arequipa fue de  $2,174 W/m^2$  (23/01/01).

Los acumulados del mes de enero para Arequipa y Lima fueron de  $46,7 W/m^2$  y  $39,1 W/m^2$ , respectivamente.



**2.4 Recomendaciones**

Entre las 09:30 y 14:30 horas debe tomarse las debidas precauciones en cuanto a la exposición a los rayos solares, a fin de evitar daños a la piel, vista y al sistema inmunológico.

Es necesario fortalecer los sistemas o redes de monitoreo de la radiación ultravioleta-B en otros puntos del país.

Es importante unir esfuerzos a fin de tratar el problema de la excesiva radiación UV-B, en forma multidisciplinaria.



---

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
SENAMHI

Sede Central : Jr. Cahuide N° 785, Jesús María-Lima 11

Casilla Postal 1308 . Telf. : (51-1) 472-4180 Fax : 471-7287 E-Mail : [senamhi@senamhi.gob.pe](mailto:senamhi@senamhi.gob.pe)

Pagina WEB : <http://www.senamhi.gob.pe>