

PRONOSTICO MENSUAL DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO Y ZONAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA ABRIL 2009

Ing. José Silva Cotrina
Sra. Rosalinda Aguirre Almeyda
Sra. Cinthia Arellano Rojas

Se realiza la evaluación de las condiciones tanto sinópticas como meteorológicas locales de superficie y altura a través de una red de estaciones automáticas y una estación de Radiosondeo (07:00 hora local), respectivamente, que influyen en el comportamiento temporal y espacial de los contaminantes atmosféricos particulados y gaseosos medidos a través de métodos de muestreo pasivo y monitoreo automático en la cuenca atmosférica de Lima-Callao

Las condiciones sinópticas durante el mes de abril mostraron que las intensidades del Anticiclón del Pacífico suroriental variaron entre 1015 mb el día 5 a 1025 mb durante 11 días dispersos en el mes, media de 1020 mb y anomalías de +1 mb en latitudes tropicales a -9 mb en altas latitudes del suroeste; las anomalías de TSM se mantuvieron dentro de su variabilidad normal lo que ocasionó que los vientos a lo largo de la costa peruana solo fueran de ligera intensidad, un afloramiento marino poco intenso, la inversión térmica (I.T.) de moderada a intensa que estuvo presente en horas de la mañana alcanzando una altura promedio de la base de 241,3 m.s.n.m, superior al mes anterior, espesor de 213,3 m y un gradiente medio de 1,8° C/100 m (ver **figura 1** y **cuadro N°1**), y la nubosidad estratiforme baja ausente en la mayoría de los días del mes (ver **figura 2**), predominando la nubosidad media tipo altocúmulos con una base promedio entre 4000 – 4500 m.s.n.m, dejando ingresar a la radiación solar que ocasionó que la temperatura media del aire alcance valores máximos de 23, 8° C el 1° de abril (día más cálido); 19,5° C el 28 de abril (día más frío); y en cuanto a las humedades relativas, el 22 de abril como el día más seco (73,8 %) y el día 18 como el más húmedo (85,8 %).

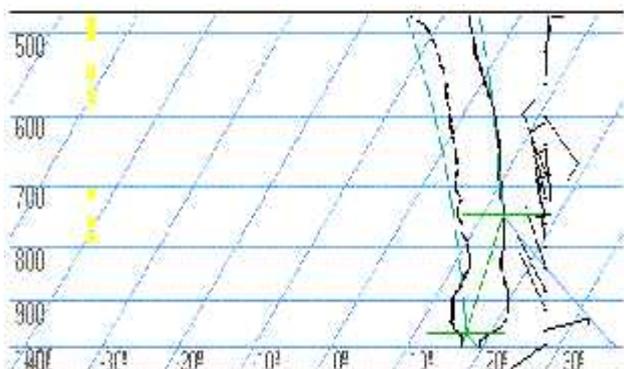


Fig. 1. Base de la I.T. 07:00 hora local - Abril 2009 - Estación Las Palmas (Surco)

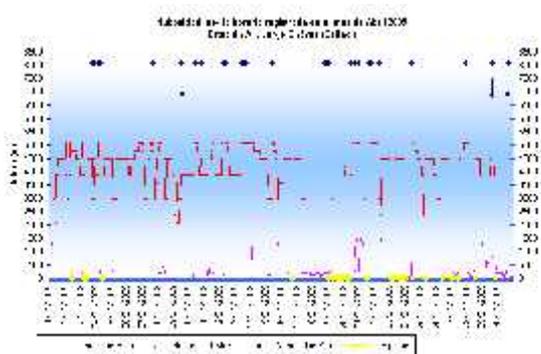
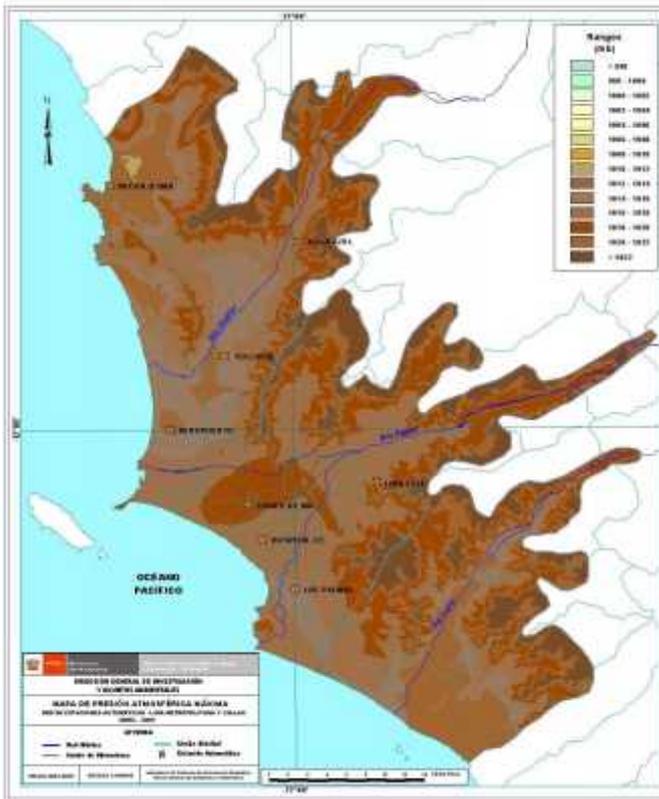


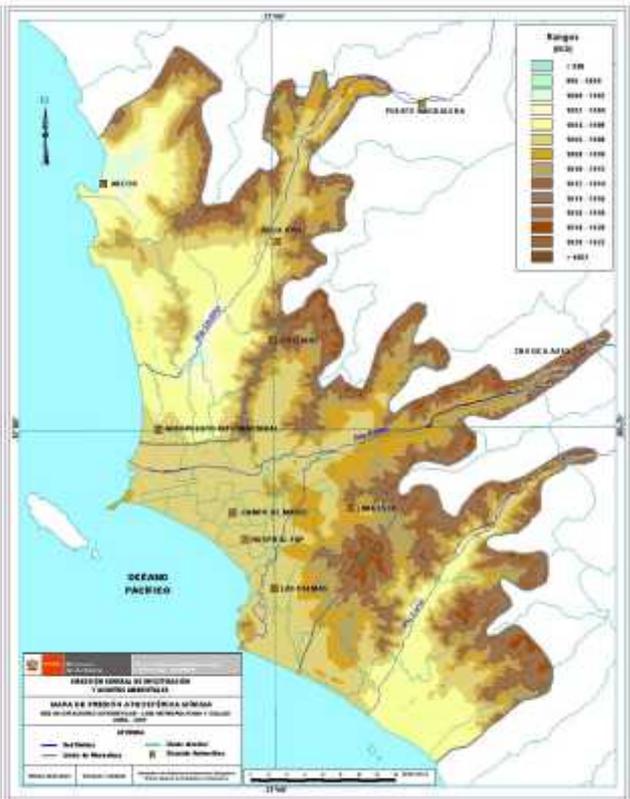
Fig.2. Nubosidad medio horaria. Estación A.I. Jorge Chávez

**Cuadro N° 1: Características de la Capa de Inversión Térmica en la Costa Central de Perú
Abril 2009**

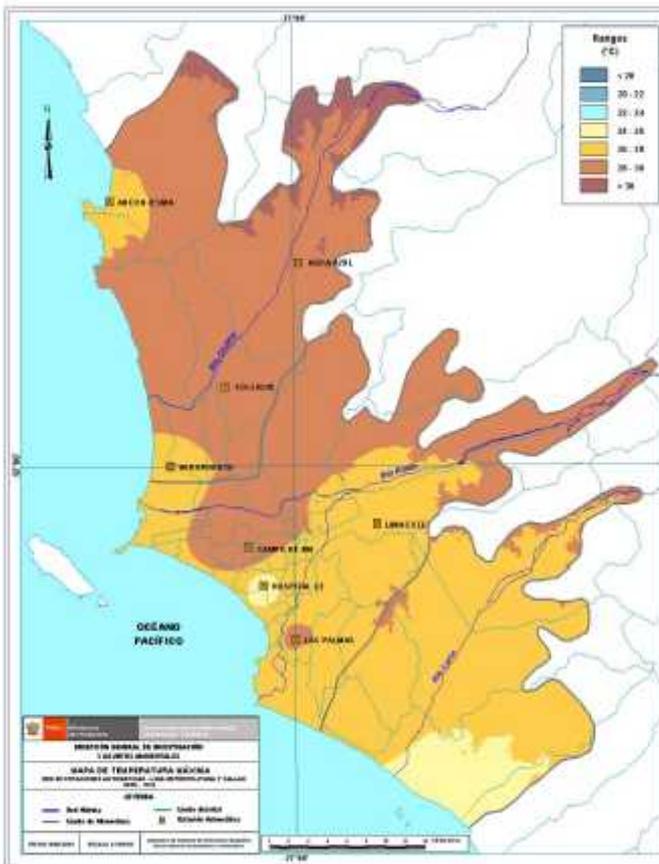
PARÁMETRO	UNIDAD	MÁXIMO		MÍNIMO		PROMEDIO
Espesor	metro	428	04-abr	42	08-abr	213.33
Altura Base	metro	603	08-abr	103	01-abr	241.3
Altura Tope	metro	670	04-abr	232	01-abr	454.67
T Base	° C	20.9	01-abr	15.9	08-abr	18.37
T Tope	° C	24.1	15-abr	16.7	08-abr	21.78
Gradiente	°C/ 100 metros	3.33	10-abr	0.778	22-abr	1.7679
H.R. Base	%	100	08, 11 abr	79	22-abr	94.44
H.R. Tope	%	100	08-abr	35	04-abr	61.11



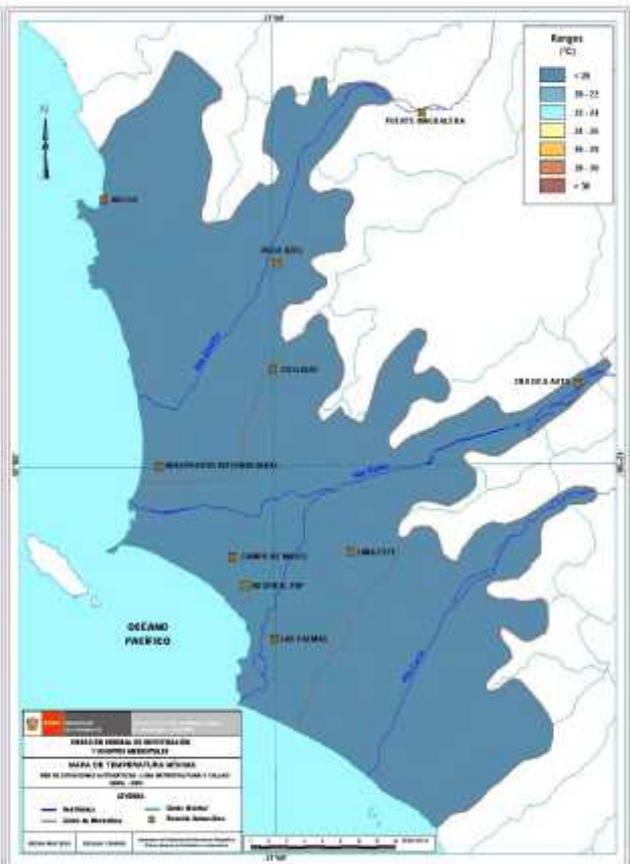
Mapa 1. Presión máxima - Red Lima y Callao



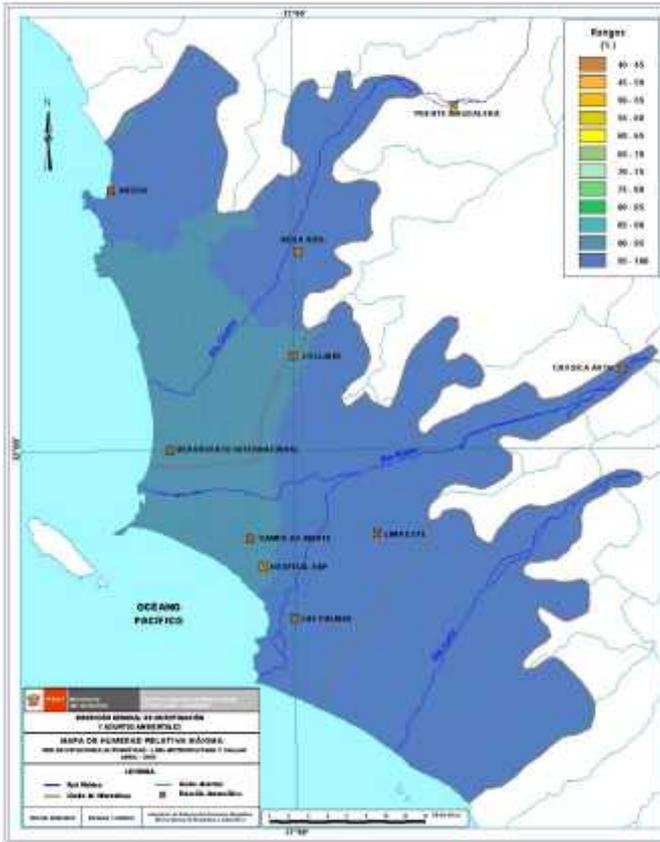
Mapa 2.H. Presión mínima – Red Lima y Callao



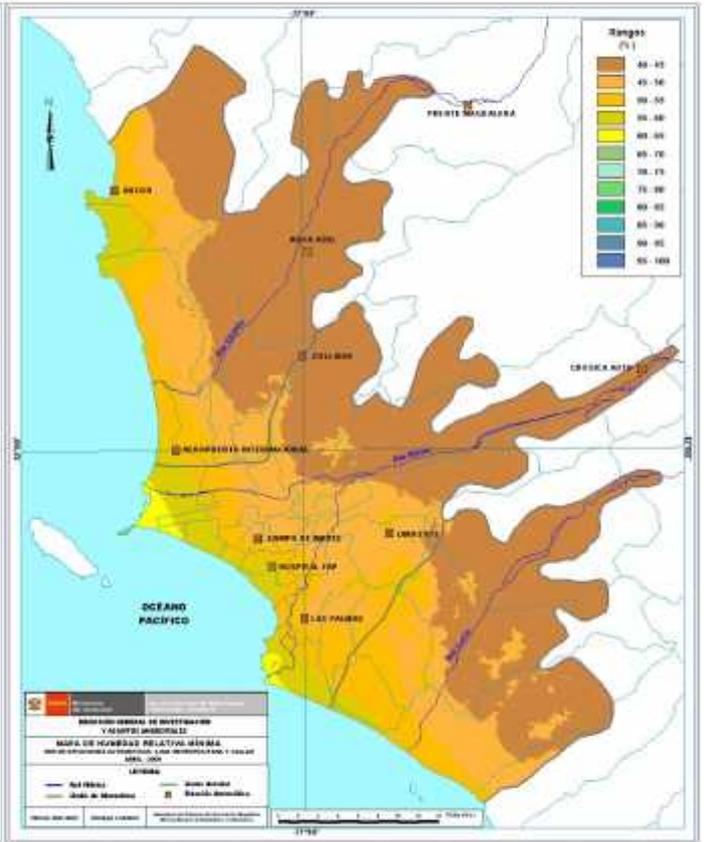
Mapa 3. Temperatura máxima - Red Lima y Callao



Mapa 4. Temperatura mínima – Red Lima y Callao



Mapa 5. H. Relativa máxima - Red Lima y Callao



Mapa 6.H. Relativa mínima – Red Lima y Callao

La distribución espacial de las presiones reducidas a nivel del mar en la cuenca atmosférica de Lima y Callao, **Mapas 1 y 2**, muestra el persistente efecto de la isla de calor en la franja central de norte a sur donde se registran los menores valores de la máxima entre 1012 - 1014 mb y de la mínima entre 1000 – 1002 mb en Lima Norte, a partir de las cuales las presiones se incrementan hacia el sur y litoral costero por efecto de las brisas marinas, y principalmente hacia el este alcanzando la máxima valores entre 1018 – 1020 mb y la mínima entre 1010- 1012 mb, en las márgenes de la cuenca atmosférica, por efecto de los vientos valle-montaña y la disminución de la infraestructura urbana que grada hacia el ambiente natural.

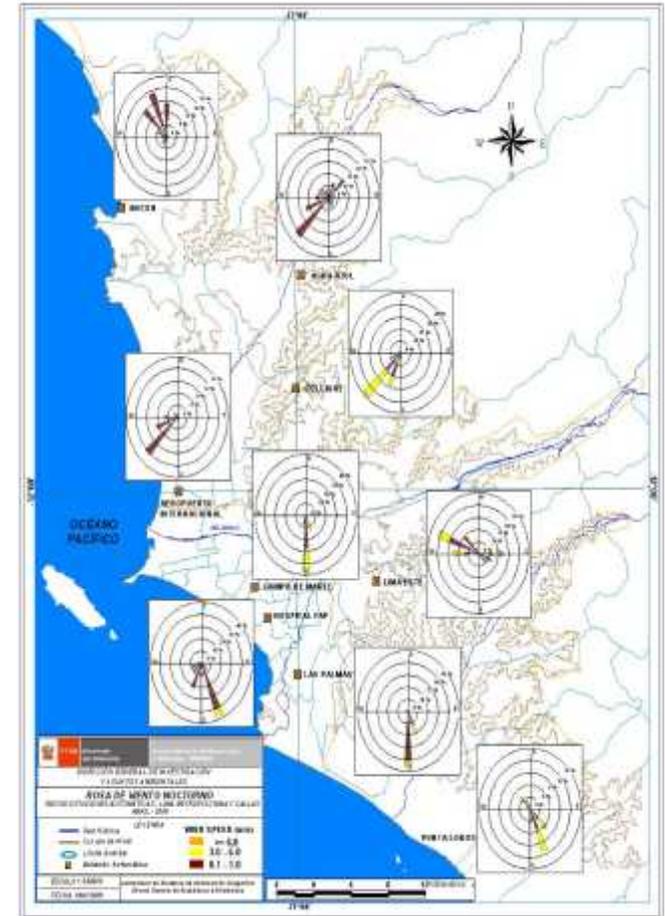
Respecto a las temperaturas (**Mapas 3 y 4**), los mayores valores de la máxima, se concentraron en las zonas de mayor densidad poblacional de Lima norte y parte de Lima centro y este con máximas entre 28 – 30 ° C desde donde disminuyen hacia el litoral y sur hasta 24° C. La Temperatura mínima se mantuvo por debajo de los 20° C en todo el ámbito de Lima-Callao. En cuanto a las humedades relativas (**Mapas 5 y 6**), los mayores valores de las máximas (95-100 %) y menores de las mínimas (40-45 %) se registraron en toda la franja norte-sur del este, principalmente; desde donde, la máxima disminuye hacia el litoral central (90-95 %) y la mínima se incrementa a toda la franja litoral (60-65 %), de la ciudad.



Mapa 7. Rosas de viento diurnas



Mapa 8. Rosas de viento vespertinas



Mapa 9. Rosas de viento nocturnas

En cuanto al transporte de los contaminantes presentado en los Mapas 7, 8 y 9, se aprecia que los vientos predominantes son del SW en el transecto central desde el litoral costero hasta las microcuencas del Chillón y Rímac con intensidades en promedio de débiles a moderadas en todo el día; mientras que durante la noche los contaminantes son transportados por vientos predominantemente del sur; excepto en el extremo sur (estación Punta Lobos), norte (Ancón) y este (Lima Este), donde los vientos dominantes son del W y NW, principalmente.

Durante el mes de abril, las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable – PAS- (> 10 micras) se incrementaron ligeramente debido a la turbulencia atmosférica que aún persiste, como consecuencia de la baja nubosidad y frecuentes días con insolación, que favoreció los procesos de suspensión y resuspensión del Polvo Atmosférico Sedimentable - PAS, configurando un centro de alta concentración en Lima Norte (distrito de Puente Piedra) que superó a la guía OMS (5 t/km²/mes) en 7 veces; mientras que la media del mes se mantuvo 2,6 veces por encima de dicha guía de forma similar al mes anterior. Ver **mapas 10 y 11 y cuadro 2**.



Mapa 10. Distribución espacial PAS – marzo 2009



Mapa 11. Distribución espacial PAS – abril 2009

Cuadro N° 2: Concentraciones de polvo atmosférico sedimentable (PAS) Marzo y abril 2009

Conc t/km². mes	N° est .	% de estaciones Sobrepasa nivel ref.	Núcleos principales (puntuales y promedios)				X t/km²/mes	Guía OMS	Máx t/km²/mes	Mín t/km²/mes
			Lima Norte	Lima Centro-este	Lima Sur-este	Lima Sur				
Marzo 2009	36	81	24,6 (Independencia)	27,2 (El Agustino, El Cercado, Lurigancho)	29,5 (Pachacamac)	29,6 (V.M.T.)	13,0	5	32,6 (P. Piedra)	1,9 (J. María)
Abril 2009	36	83	27,7 (Independencia)	26,16 (El Agustino, El Cercado, Lurigancho)	20,66 (Pachacamac)	22,62 (V.M.T.)	13,2	5	35,85 (P. Piedra)	2,34 (Pueblo Libre)

El material particulado PM10 (< 10 micras) que se presenta como valores experimentales, registró su máxima concentración media de 91,6 ug/m³ (10:00 h) con una presión atmosférica media de 1017,8 mb y el segundo máximo de 50,9 ug/m³ (22:00 h) con una presión media de

1018,1 mb; entre ambos máximos, hacia las 16:00 horas se registró una mínima concentración de 36,8 ug/m³ por efecto de la turbulencia debido a las horas de mayor calentamiento que favorecieron en horas vespertinas los procesos de dispersión de las partículas transportadas desde el WSW, SW y S con frecuencias de 28,2; 47,3 y 59,9 % en la estación Campo de Marte (J. María), aunque también con una alta frecuencia de calmas. Ver **figuras 3, 4 y 5**.

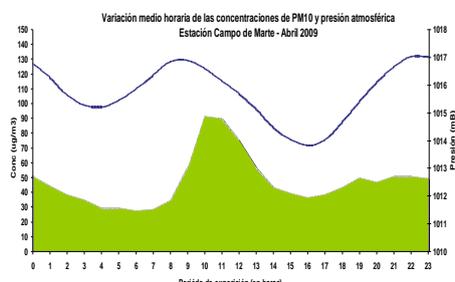


Fig. 3

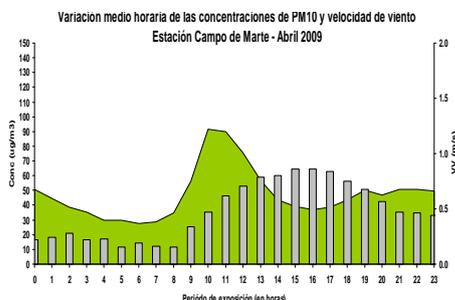


Fig. 4



Fig. 5

El comportamiento medio horario de los contaminantes gaseosos (NO₂ y SO₂) muestra una relación directa con la presión atmosférica y la humedad relativa. De esta manera, las máximas concentraciones medias de NO₂ de 17,5 ppb (10:00 h) ligeramente inferiores y de SO₂ de 8,1 ppb (11:00 h) ligeramente superiores a las del mes anterior, coincidiendo a su vez con el primer máximo de la presión atmosférica de 1017,8 mb y humedad relativa de 72,3 %; mientras que los segundos máximos de NO₂ y SO₂ en horas de la noche, que fueron de 17,6 ppb y 4,0 ppb (ambos inferiores a marzo) a las 21:00 horas coincidiendo igualmente con el segundo máximo de la presión de 1017,9 mb y humedad relativa de 79,4 %. La temperatura del aire, inversa al comportamiento de la humedad, alcanzó un valor de 25,6 ° C a las 13:00 horas, hora en la que estuvieron en descenso las concentraciones de los gases, con mínimos de 10,6 ppb (16:00 h) y 2,5 ppb (18:00 h) para ambos gases, respectivamente. Ver **figuras 6 y 7**.

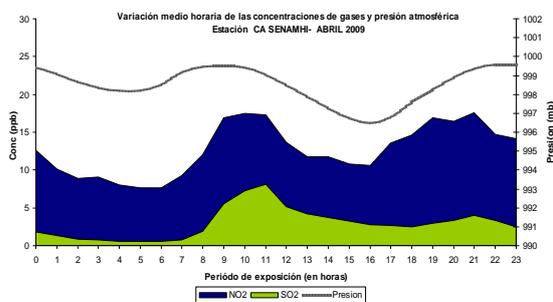


Fig. 6

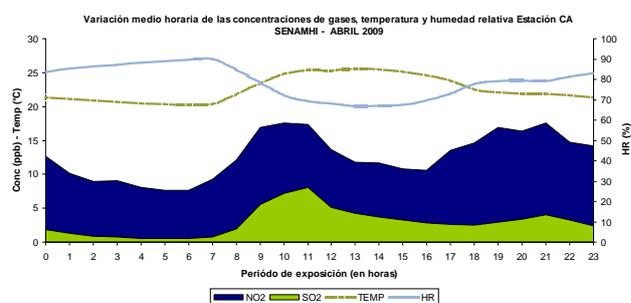


Fig. 7

El comportamiento de las concentraciones de los contaminantes del aire observado durante el mes de Abril, de forma similar al mes de Marzo, no superó los estándares de calidad del aire (D.S. N° 074-PCM-2001). La máxima concentración de NO₂ (32,4 ppb del 02.04.09 a las 09:00 h) correspondió al 31% del ECA horario (**fig. 8**); las concentraciones de SO₂ (5,4 ppb del 01.04.09) correspondieron al 3,7 % del ECA diario (**fig. 9**); y las concentraciones de PM10 (63,1 ug/m³ del 21.04.09), correspondieron al 42 % del ECA diario (**fig. 10**). Las concentraciones máximas fueron alcanzadas en días laborables (L-S), principalmente, mientras que las mínimas se registraron en las primeras horas de la mañana o los días domingo.

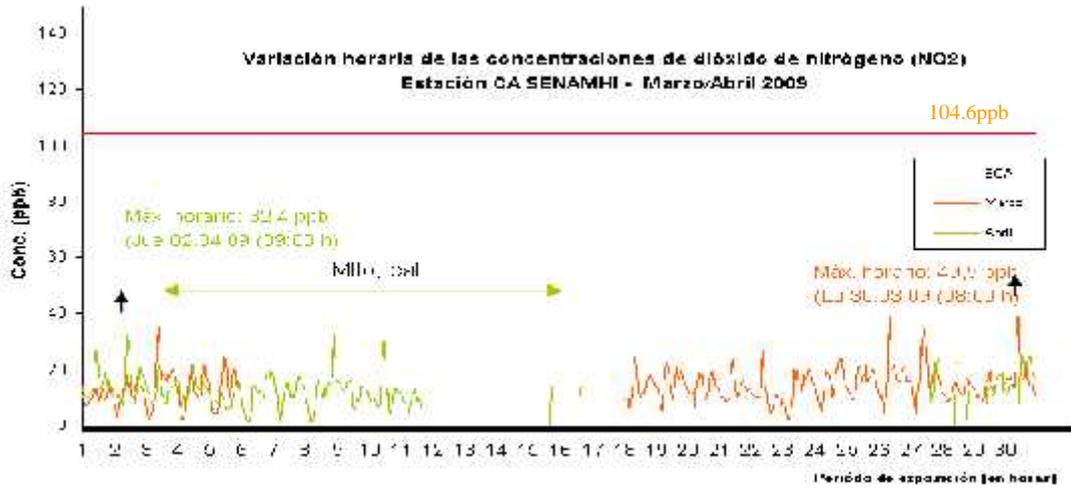


Fig.8

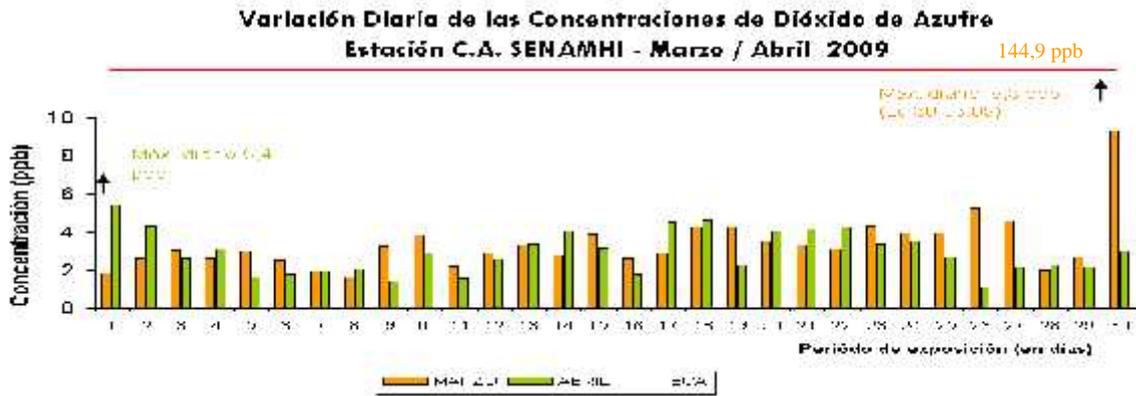


Fig.9

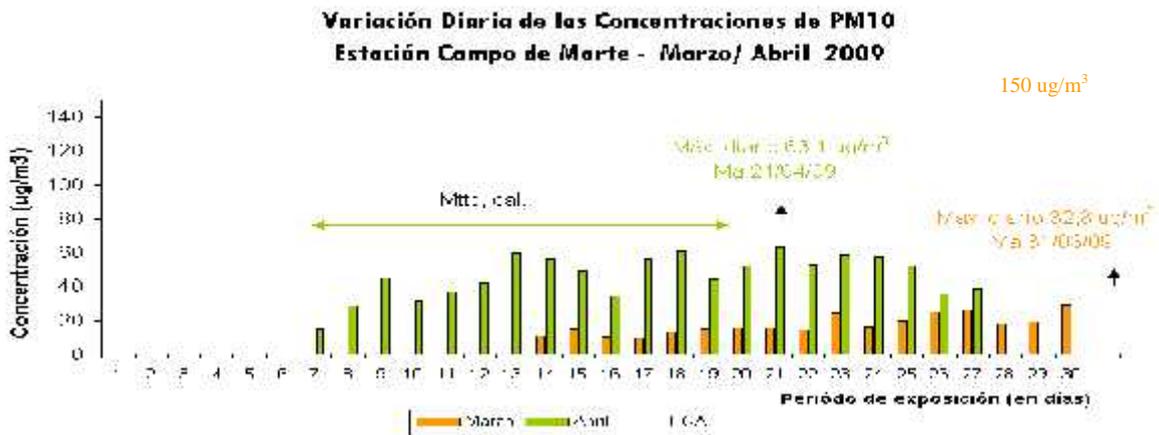


Fig10.

De acuerdo a los pronósticos climáticos para Lima y Callao del mes de mayo 2009, las temperaturas máximas presentarán valores dentro de su comportamiento normal climatológico. Bajo tales condiciones, para el caso del Polvo Atmosférico Sedimentable se espera que sus concentraciones se presenten dentro de su variabilidad normal (ver **Cuadro 3**) disminuyendo ligeramente; en cuanto a los contaminantes PM10 y gases NO₂ y SO₂, éstos se mantendrán con niveles similares o se irán incrementando ligeramente respecto al mes de abril, debido a la disminución de los procesos de turbulencia, por la gradual intensificación del fenómeno de la inversión térmica, mayor nubosidad estratiforme y menor insolación

PERSPECTIVAS: INTERVALO

**Cuadro 3: Perspectiva de concentraciones de polvo atmosférico sedimentable (PAS)
Mayo 2009 (t/km².mes)**

ZONA	INTERVALO DE CONFIANZA
LIMA NORTE	22.4 – 24.4
LIMA CENTRO	6.4 – 7.5
LIMA ESTE	17.8 – 22.2
LIMA OESTE	4.9 – 6.2
LIMA SUR	21.6 – 25.4

Conclusiones:

- Las condiciones atmosféricas y oceánicas que determinaron el comportamiento climático durante el mes de abril en la costa central del país muestra el Anticiclón del Pacífico Sur con valores medios de su núcleo de 1020 mb, anomalías de + 1 mb en latitudes tropicales a -9 mb en altas latitudes, TSM dentro de su variabilidad normal, altura media de la base de I.T. de 241,3 m.s.n.m, gradiente de 1,8°C/100 m y condiciones de nubosidad predominantemente media.
- El transporte de los contaminantes es predominantemente desde el SW en el transecto central desde el litoral costero hasta las microcuencas del Chillón y Rímac con intensidades en promedio de débiles a moderadas en todo el día; mientras que en el extremo sur (estación Punta Lobos), norte (Ancón) y este (Lima Este), los contaminantes son transportados por vientos del W y NW, principalmente.
- Las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) fueron en promedio de 13,2 t/km²/mes, ligeramente inferiores a las del mes de marzo en todos los núcleos de las zonas críticas, pero superiores en Lima norte. La media superó a la guía OMS en 2,6 veces.
- El comportamiento de las concentraciones de los contaminantes del aire en el ciclo diario mostraron una relación directa con la presión atmosférica y humedad relativa, alcanzando los máximos de 91,6 ug/m³ (10:00 h), 17,5 ppb (10:00 h) y 8,1 ppb (11:00 h)

para PM10 (valores experimentales), NO₂ y SO₂, respectivamente coincidiendo con el primer máximo de presión atmosférica de 1017,8 mb y 72,3 %, e inversa con la temperatura del aire y la intensidad del viento cuyas máximas medias de 25,6 ° C (13:00 h) y de 0,8 m/s (15:00-16:00 h) correspondieron al período de decremento de las concentraciones de contaminantes.

- Las concentraciones registradas para el mes de abril no superaron los estándares de calidad del aire, correspondiendo sólo al 31 % de ECA horario para NO₂, 3,7 % al ECA diario de SO₂ y 42 % al ECA diario para PM10.
- En relación a los pronósticos climáticos para la Zona Metropolitana de Lima –Callao para el mes de mayo 2009, se estima que las concentraciones del Polvo atmosférico sedimentable disminuyan ligeramente dentro de su variabilidad normal, y el PM10 y gases SO₂ y NO₂ evaluados se mantengan similares o se vayan incrementando ligeramente respecto a lo evaluado en abril.



DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

BOLETÍN MENSUAL
Año 10 N° 05, Mayo 2009

**PRONOSTICO MENSUAL DE LA CALIDAD DEL AIRE
EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA-CALLAO Y
ZONAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA**



ELABORACIÓN: JOSE SILVA COTRINA
ROSALINDA AGUIRRE ALMEYDA
CINTHIA ARELLANO ROJAS

Mayo 2009

LIMA, PERU