

BOLETÍN MENSUAL
AÑO 12 Nº 11, NOVIEMBRE 2012

**VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA
METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO**



ELABORACIÓN: JOSÉ SILVA COTRINA
ALDO ZEVALLOS AMASIFUÉN
RAPHAEL ALIAGA MARTÍNEZ
JOSÉ CARLOS CANALES
ROSALINDA AGUIRRE ALMEYDA

APOYO: JOSE LUIS ANGULO FIERRO

Dirección General de Investigación y
Asuntos Ambientales
Lima - Perú

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO NOVIEMBRE 2012

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

Las condiciones sinópticas durante el mes de noviembre mostraron el comportamiento del Anticiclón del Pacífico suroriental con intensidades variando entre 1015 y 1030 hPa; media sinóptica de 1022 hPa en los 29° S y 95° W; anomalías entre -2,5 y + 2,5 hPa en latitudes tropicales a -7,5 y +5 hPa en altas latitudes del SW y S; las anomalías de TSM variando entre - 1° a + 1° C en latitudes tropicales y - 0,5 a + 0,5° C en altas latitudes del SW y S, que en conjunto ocasionaron que durante el mes, los vientos del sur a lo largo de la costa peruana varíen especialmente entre débiles, moderados; afloramiento marino activo; inversión térmica por subsidencia con altura promedio de su base a 920 m.s.n.m., espesor de 441 m y gradiente medio de 1,1° C/100 m (**cuadro N° 1**); la nubosidad estratiforme baja (base < 500 m.s.n.m.) aun intensa (**Fig. N° 1**) mostró disminución los últimos diez días, lo que propició la presencia de días secos con intensa insolación; la nubosidad media y alta se incrementa como consecuencia de la intensificación de los trasvases de masas de aire húmedo desde la Amazonía. Las condiciones descritas contribuyeron a que la temperatura media del aire continúe su gradual ascenso y la humedad relativa su gradual descenso hacia la parte final de la primavera, presentando en la ciudad capital, durante este mes, los valores de 17.1° C el día 04 de noviembre (día más frío) y de 19.4° C el día 23 (día más cálido); así también, la humedad relativa fue de 86 % el día 04 (día más húmedo) y de 70 % el día 25 (día más seco). Relacionado a lo anterior la contaminación del aire por Polvo Atmosférico Sedimentable y por partículas menores a PM₁₀, mostró un ligero ascenso.

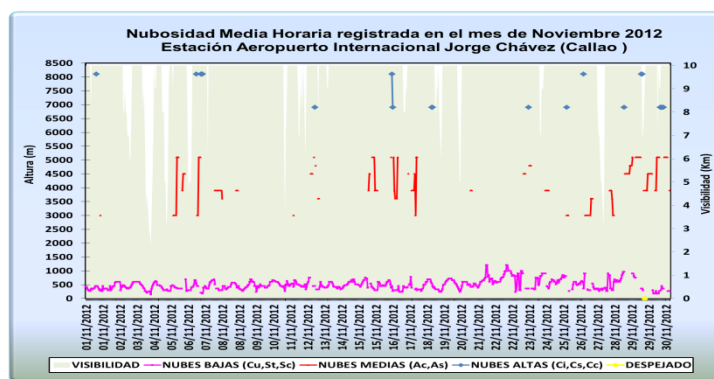
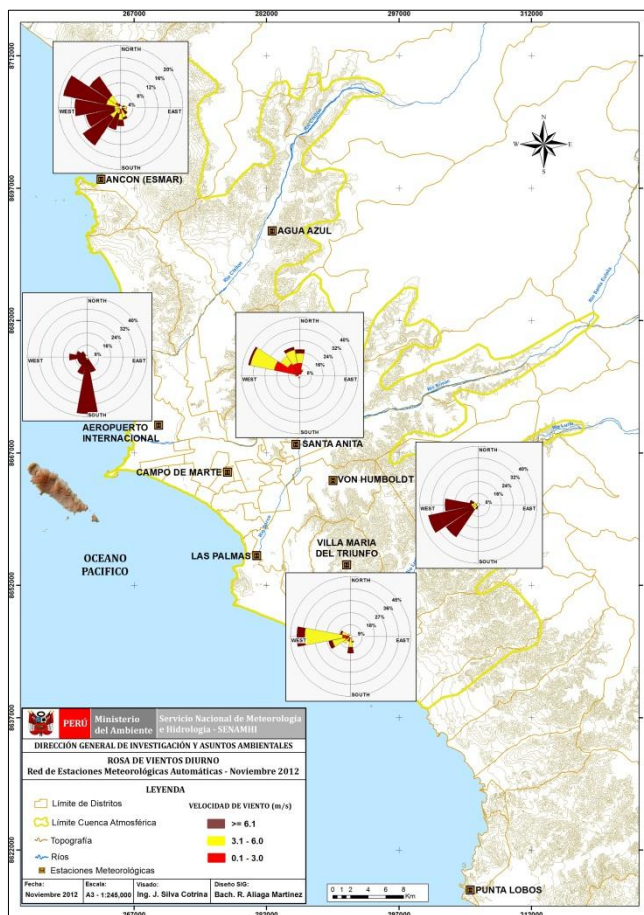


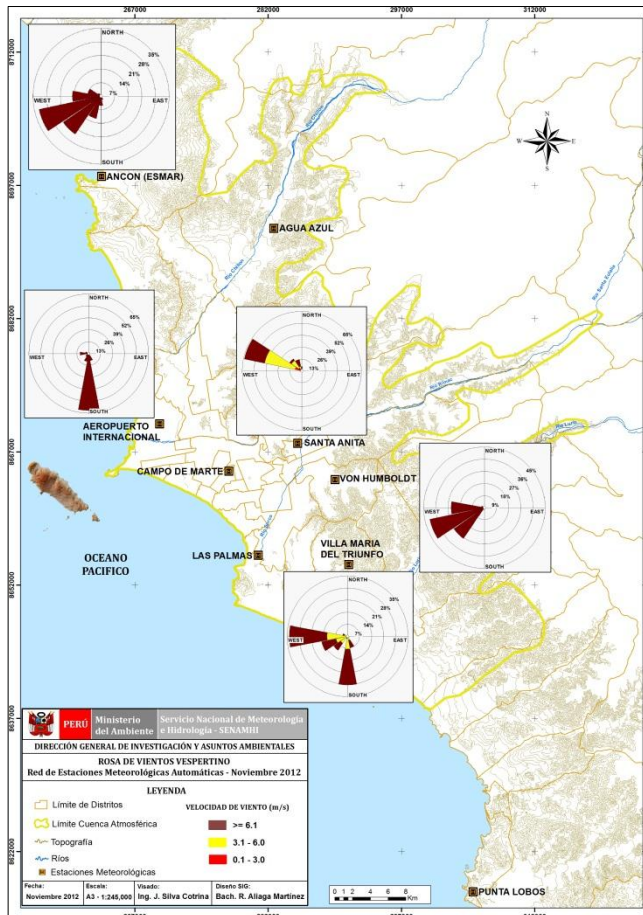
Fig. N° 01. Nubosidad medio horaria. Estación A.I. Jorge Chávez – Noviembre 2012

Cuadro N° 1: Características de la Capa de Inversión Térmica en la Costa Central de Perú, – Noviembre 2012

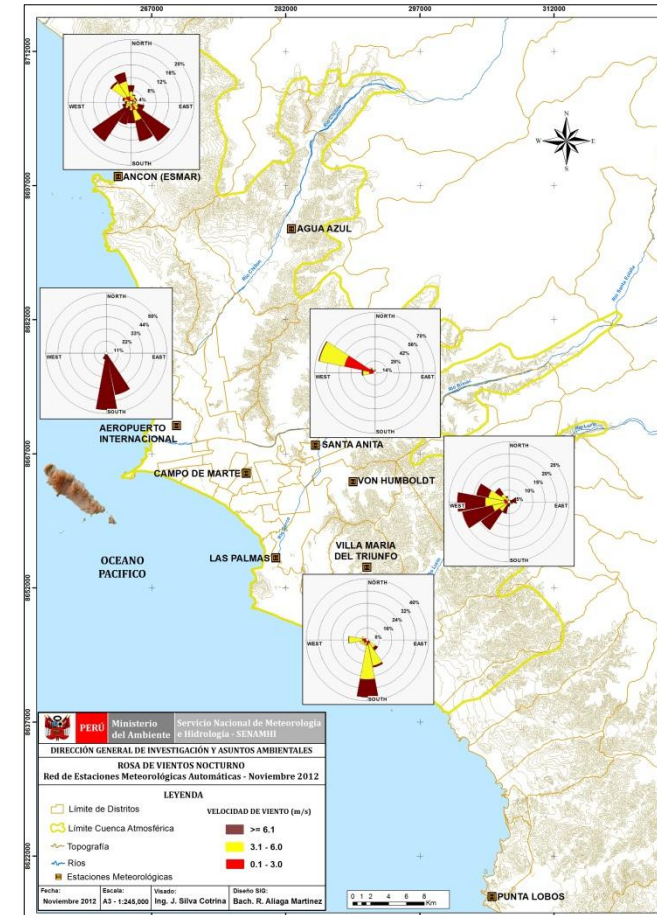
PARAMETRO	UNIDAD	MAXIMO		MINIMO		PROMEDIO
Espesor	metro	1023	09 Noviembre	132	06 Noviembre	441. 2
Altura Base	metro	3144	23 Noviembre	323	29 Noviembre	920. 2
Altura Tope	metro	3276	23 Noviembre	723	27 Noviembre	1361.4
T Base	°C	16.4	29 Noviembre	10.6	06 Noviembre	12.9
T Tope	°C	20.4	27 Noviembre	11.2	06 Noviembre	16.6
Gradiente	°C/100 m	2.6	24 Noviembre	0.3	06 Noviembre	1.1
H.R. Base	%	99.0	10 y 16 Noviembre	44	21 Noviembre	86.0
H.R. Tope	%	98.0	07 Noviembre	10	26 Noviembre	68.0



Mapa 1. Rosas de viento diurnas



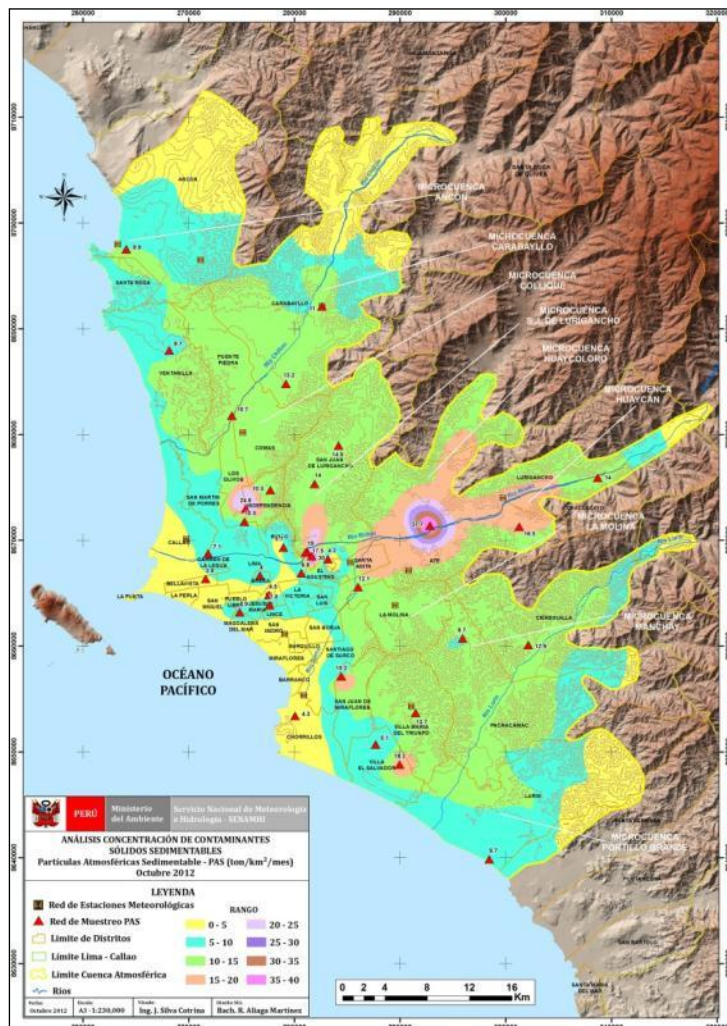
Mapa 2. Rosas de viento vespertinas



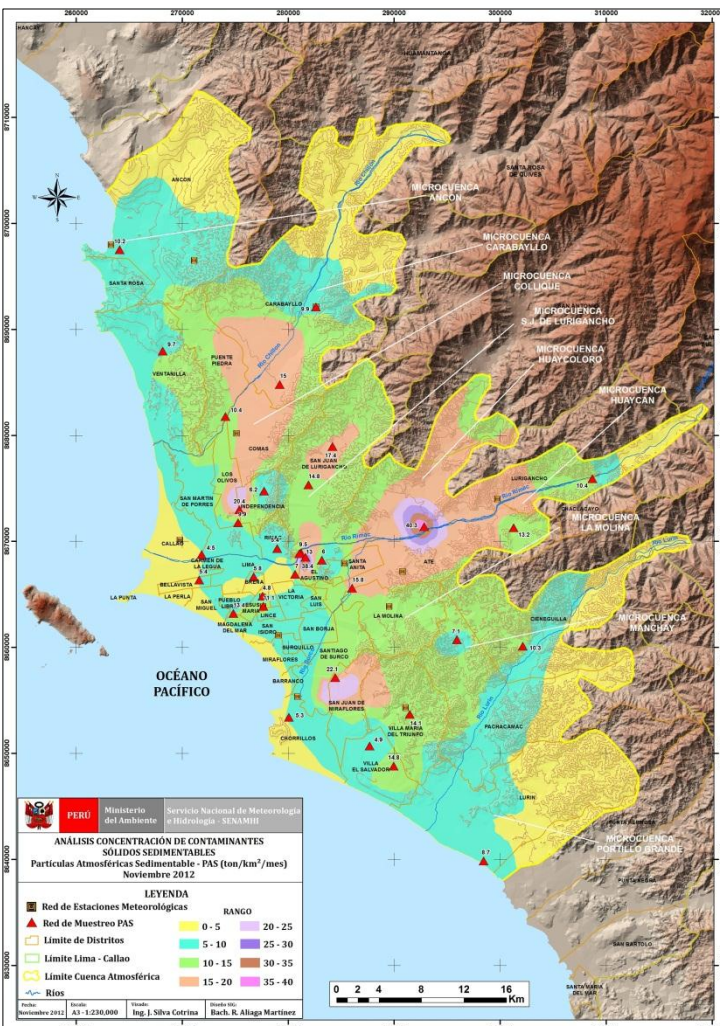
Mapa 3. Rosas de viento nocturnas

En cuanto a la dispersión de los contaminantes del aire presentada en los Mapas 1, 2 y 3, se aprecia que, en promedio, debido a la presencia de la inversión térmica que limita la dispersión vertical, predomina el transporte horizontal río arriba por las microcuencas de los ríos Chillón, Rimac y Lurín, con flujos de vientos débiles a moderados del S, SW y W en horas de la mañana (la ciudad es una isla de calor); vientos débiles, moderados a fuertes del S, SW y W en horas vespertinas; mientras que durante la noche los vientos son eminentemente débiles y moderados del S; SW y W.

Durante el mes de noviembre, las concentraciones promedio de Polvo Atmosférico Sedimentable - PAS ($\Phi < 100$ micrómetros) fueron mayores a las del mes anterior, debido al incremento de días de insolación y la disminución de garúas. La zona crítica de más alta concentración fue Lima Centro-Este (Lurigancho), (40.3 t/km²/mes), mayor que el mes anterior que equivale a la guía OMS (5 t/km²/mes) en 8.1 veces; y la media, ligeramente menor a la del mes anterior, superó en 2.5 veces a dicha guía.



Mapa 4. Distribución espacial PAS - Octubre 2012



Mapa 5. Distribución espacial PAS - Noviembre 2012

Cuadro N° 2: Concentraciones de polvo atmosférico sedimentable (PAS) Octubre/Noviembre 2012 (t/km².mes)

Conc t/km ² .mes	N° est.	% de estaciones Sobrepasa nivel ref.	Núcleos principales (puntuales y promedios)				Media t/km ² /m es	Guía OMS	Máx t/km ² /mes	Mín t/km ² /mes
			Lima Norte	Lima Centro-este	Lima Sur-este	Lima Sur				
Octubre 2012	29	89.7%	19.4 (Independencia I)	30.0 (El Agustino I)	9.7 (Pachacamac)	13.7 (V.M.T)	12.49	5	37.7 (Lurigancho)	3.9 (Bellavista)
Noviembre 2012	34	91.2%	21 (Independencia I)	38.4 (El Agustino I)	7.1 (Pachacamac)	14.1 (V.M.T)	12.47	5	40.3 (Lurigancho)	4.5 (Callao)

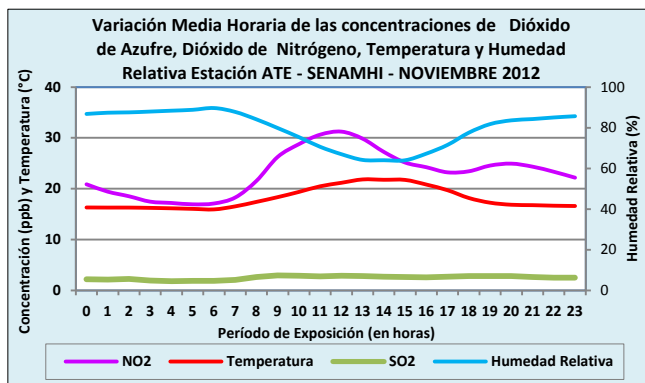


Fig.02 Variación Media Horaria de SO₂, NO₂, T y HR – ATE Noviembre 2012

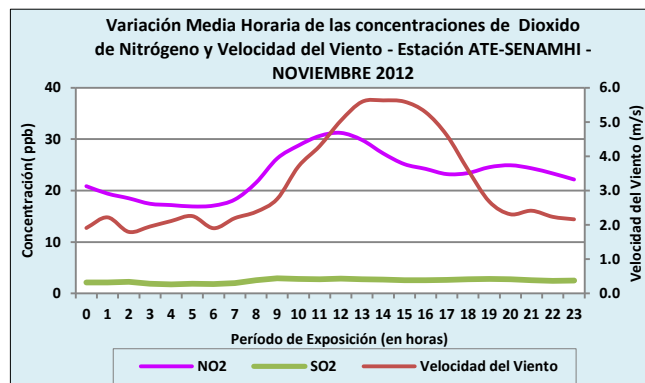


Fig.03 Variación Media Horaria de NO₂, Vel. Viento – ATE Noviembre 2012

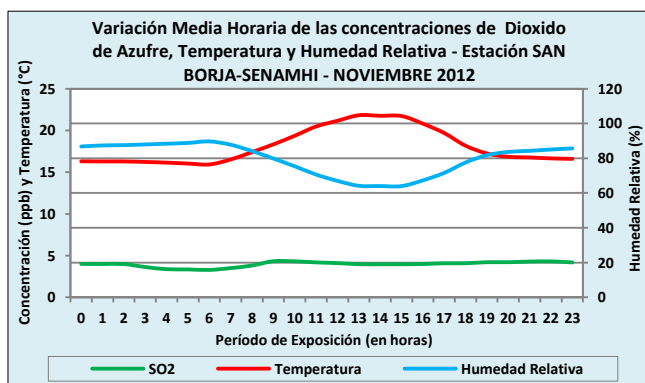


Fig.04 Variación Media Horaria de SO₂, T y HR – SBJ Noviembre 2012

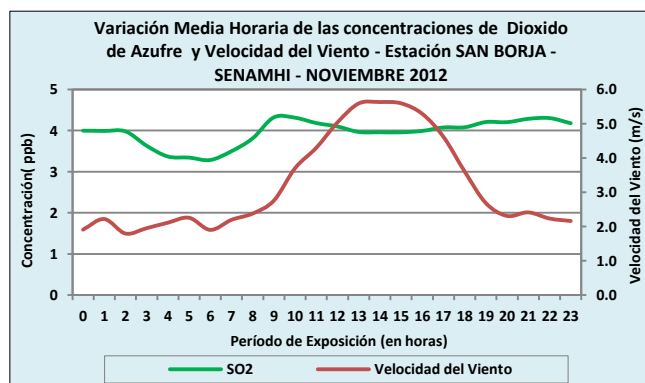


Fig.05 Variación Media Horaria de SO₂ y Vel. Viento – SBJ Noviembre 2012

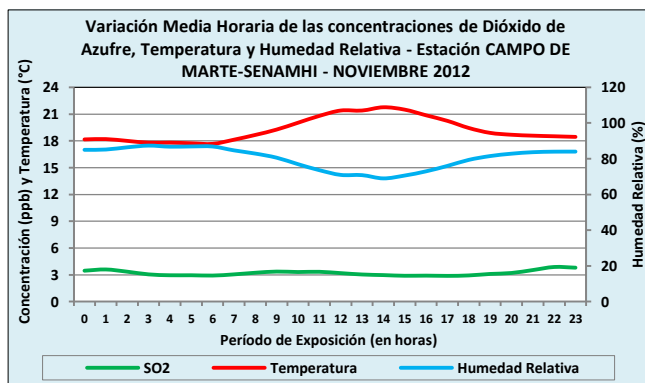


Fig.06 Variación Media Horaria de SO₂, T y HR – CDM Noviembre 2012

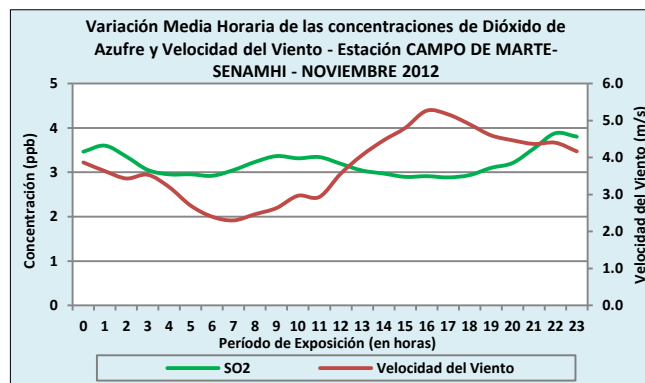


Fig.07 Variación Media Horaria de SO₂ y Vel. Viento – CDM Noviembre 2012

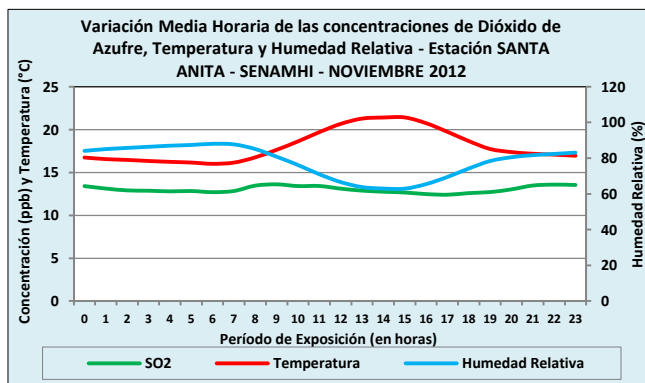


Fig.08 Variación Media Horaria de SO₂, T y HR – STA Noviembre 2012

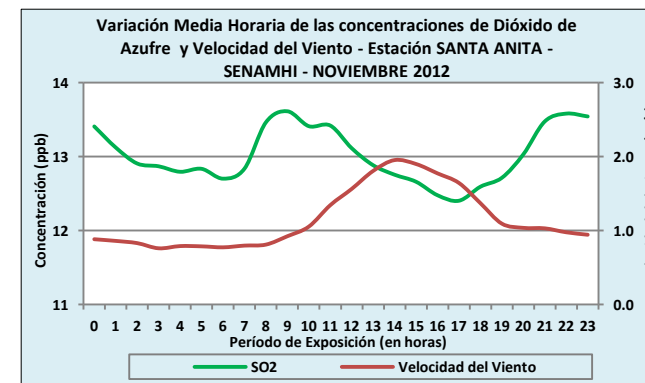


Fig.09 Variación Media Horaria de SO₂ y Vel. Viento – STA Noviembre 2012

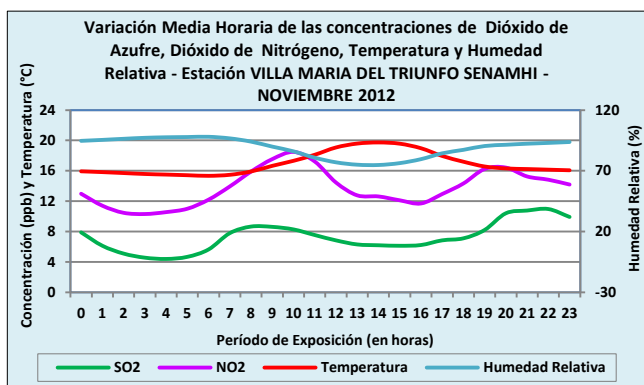


Fig.10 Variación Media Horaria de SO₂, T y HR - VMT Noviembre 2012

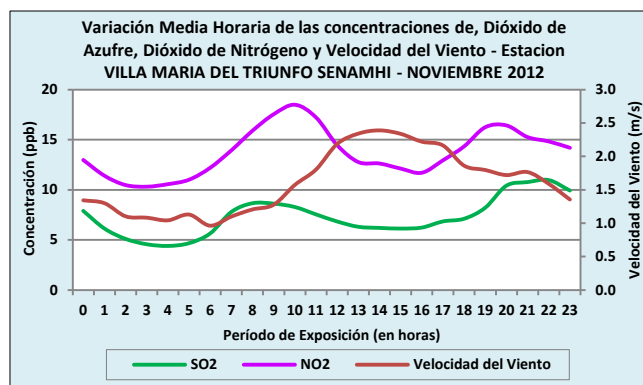


Fig.11 Variación Media Horaria de SO₂ y Vel. Viento - VMT Noviembre 2012

A Continuación se presenta los resultados del comportamiento de los contaminantes gaseosos y particulados de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire.

En la estación de Ate, las mínimas concentraciones horarias de los contaminantes gaseosos de NO₂ y SO₂ en horas vespertinas se registraron de la siguiente manera: 23.2 ppb para el NO₂ a las 17:00 h y 2.6 ppb para el SO₂ a las 15:00 h cuando la temperatura del aire había alcanzado su máximo valor (21.8°C) a las 14:00 h, la Humedad Relativa su mínimo (64%) también a las 14:00 horas (**fig.02**) y la velocidad del viento (**fig. 03**) su máximo (5.6m/s) a las 14:00 horas también.

En la estación de San Borja, las mínimas concentraciones horarias del SO₂ en horas vespertinas se registraron de la siguiente manera: 3.9 ppb para el SO₂ a las 13:00 h, cuando la temperatura del aire había alcanzado su máximo valor (21.8°C) a las 13:00 h, la Humedad Relativa su mínimo (64%) también a las 13:00 horas (**fig.04**) y la velocidad del viento (**fig. 05**) su máximo (5.6 m/s) a las 14:00 horas.

En la estación de Campo de Marte, las mínimas concentraciones horarias del SO₂ en horas vespertinas se registraron de la siguiente manera: 3.0 ppb para el SO₂ a las 13:00 h, cuando la temperatura del aire había alcanzado su máximo valor (21.4°C) a las 13:00 h, la Humedad Relativa su mínimo (69%) a las 14:00 horas (**fig.06**) y la velocidad del viento (**fig. 07**) su máximo (4.8 m/s) a las 15:00 horas.

En la estación de Santa Anita, las mínimas concentraciones horarias del SO₂ en horas vespertinas se registraron de la siguiente manera: 12.6 ppb para el SO₂ a las 17:00 h, cuando la temperatura del aire había alcanzado su máximo valor (21.4°C) a las 15:00 h, la Humedad Relativa su mínimo (63%) a las 14:00 horas (**fig.08**) y la velocidad del viento (**fig. 09**) su máximo (2.0 m/s) a las 14:00 horas.

En la estación de Villa María del Triunfo las mínimas concentraciones horarias, el contaminante gaseoso de SO₂ y NO₂ en horas vespertinas se registraron de la siguiente manera: 6.1 ppb a las 15:00 h y 11.7 ppb para el NO₂, cuando la temperatura del aire había alcanzado su máximo valor (19.7°C) a las 14:00 h, la Humedad Relativa su mínimo (75%) a las 13:00 horas (**fig.10**) y la velocidad del viento (**fig. 11**) su máximo (2.4 m/s) a las 14:00 horas.

Se aprecia la relación inversamente proporcional que tiene la concentración de los contaminantes gaseosos con la temperatura del aire y la velocidad del viento que generan procesos turbulentos que facilitan la dispersión.

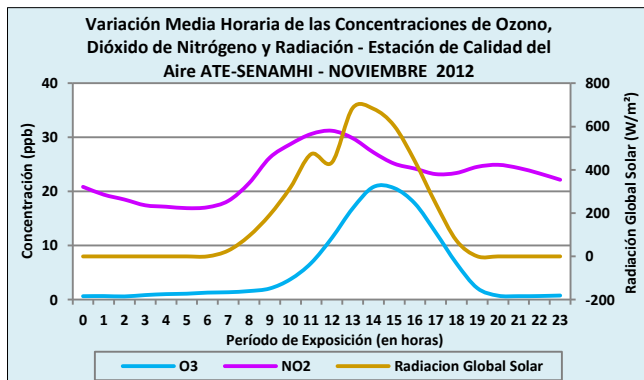


Fig.12 Variación Media Horaria de O₃, NO₂ y Radiación – ATE Noviembre 2012

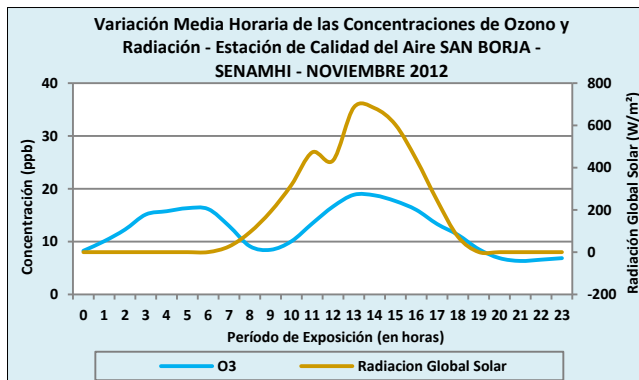


Fig.13 Variación Media Horaria de O₃ y Radiación - SBorja Noviembre 2012

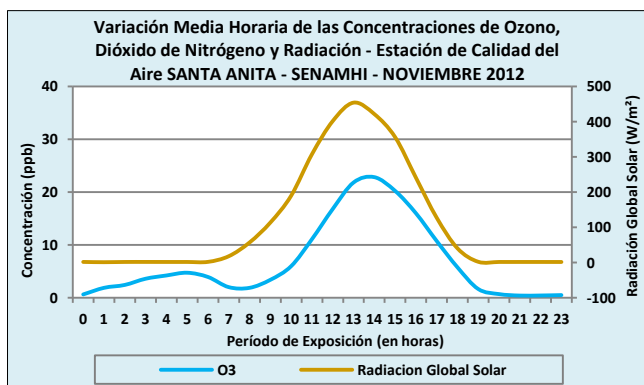


Fig.14 Variación Media Horaria de O₃ y Radiación – STA Noviembre 2012

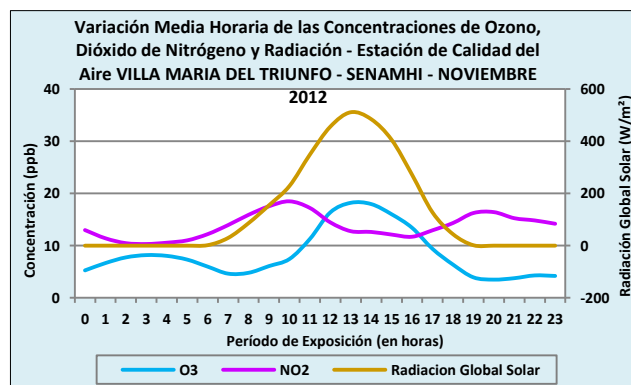


Fig.15 Variación Media Horaria de O₃ y Radiación - VMT Noviembre 2012

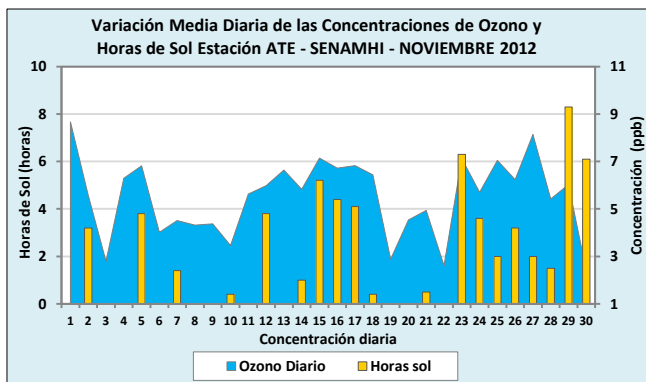


Fig. 16 Variación Media Diaria de O₃ y Horas de sol – ATE Noviembre 2012

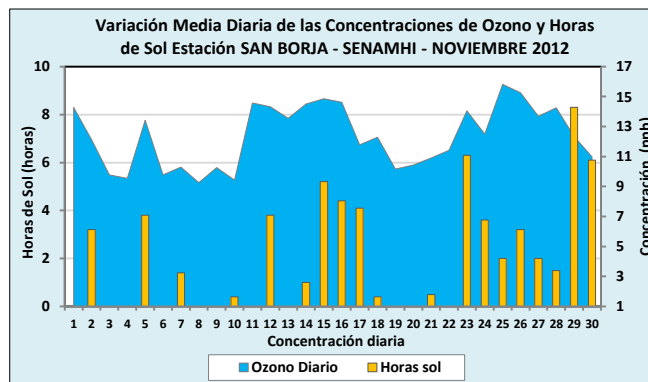


Fig.17 Variación Media Horaria de O₃ y Horas de sol – SBJ Noviembre 2012

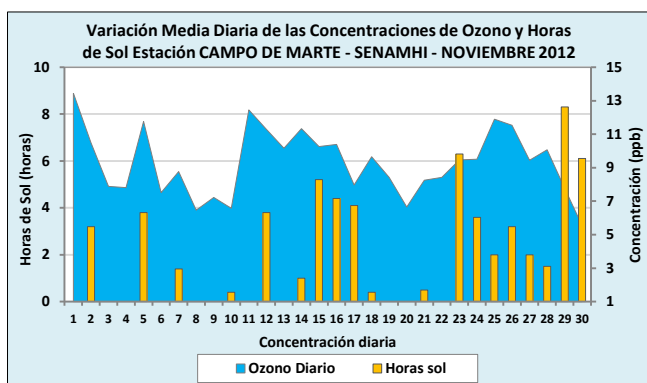


Fig. 18 Variación Media Diaria de O₃ y Horas de sol – CDM Noviembre 2012

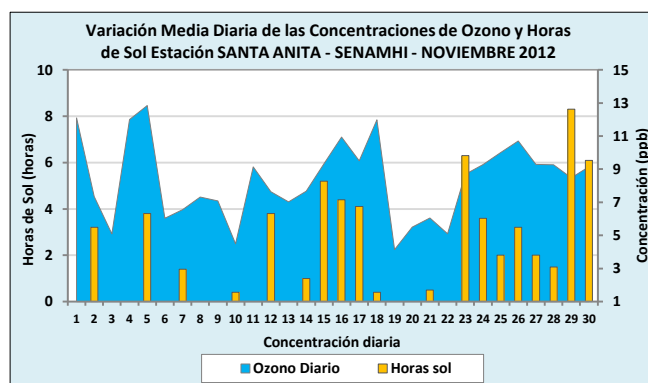


Fig.19 Variación Media Horaria de O₃ y Horas de sol – STA Noviembre 2012

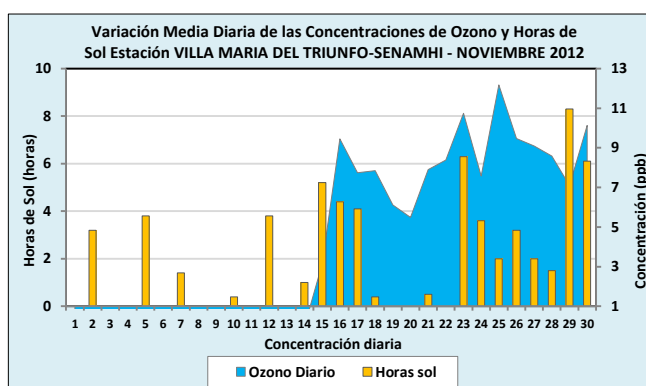


Fig.20 Variación Media Horaria de O₃ y Horas de sol – VMT Noviembre 2012

Las horas de sol tiene relación directa con la concentración de Ozono Troposférico o superficial proveniente de la reacción fotoquímica de los hidrocarburos que cada vez incrementan su presencia en la atmósfera de una ciudad con un parque automotor en pleno crecimiento que demanda de un mayor número de estaciones de servicio y por lo tanto con mayores emisiones fugitivas que hacen prever que el Ozono es un contaminante del futuro cercano en la Zona Metropolitana de Lima-Callao, si no se toman las medidas de control correspondientes (figs. 12-20).

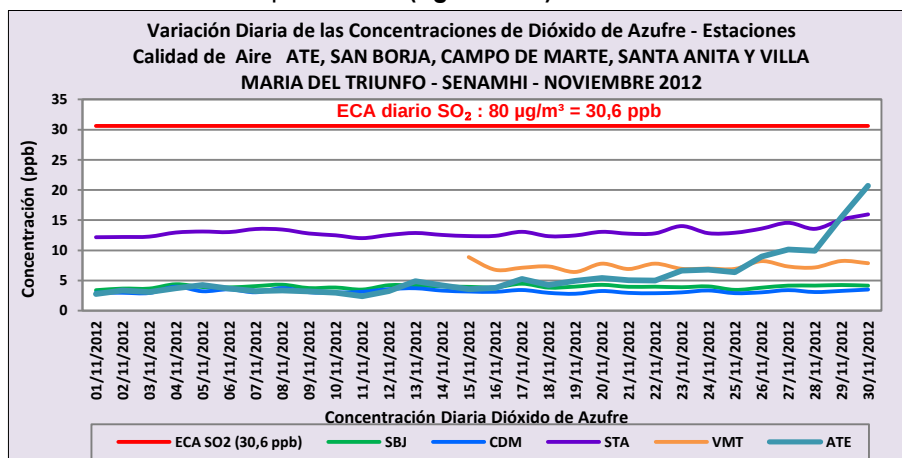


Fig.21 Variación Diaria de SO₂ – Estaciones ATE, SBJ, CDM, VMT – Noviembre 2012

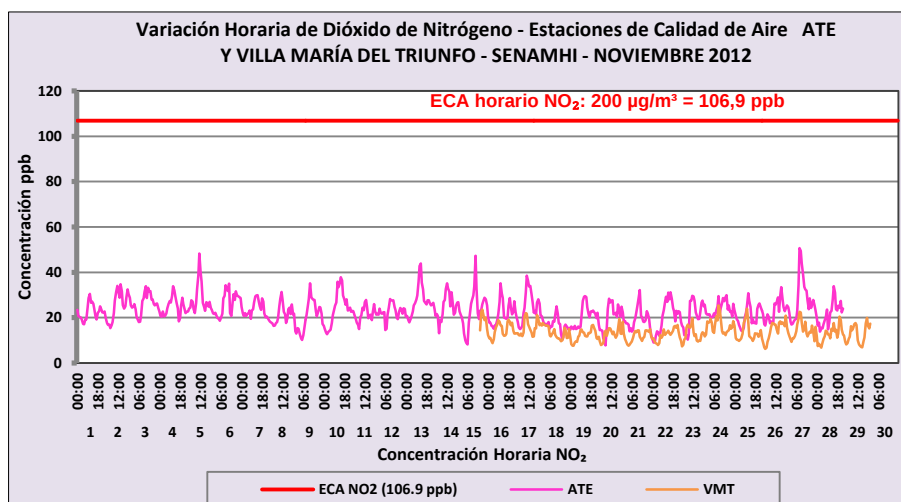


Fig.22 Variación Horaria de NO₂ – Estaciones ATE y CDM – Noviembre 2012

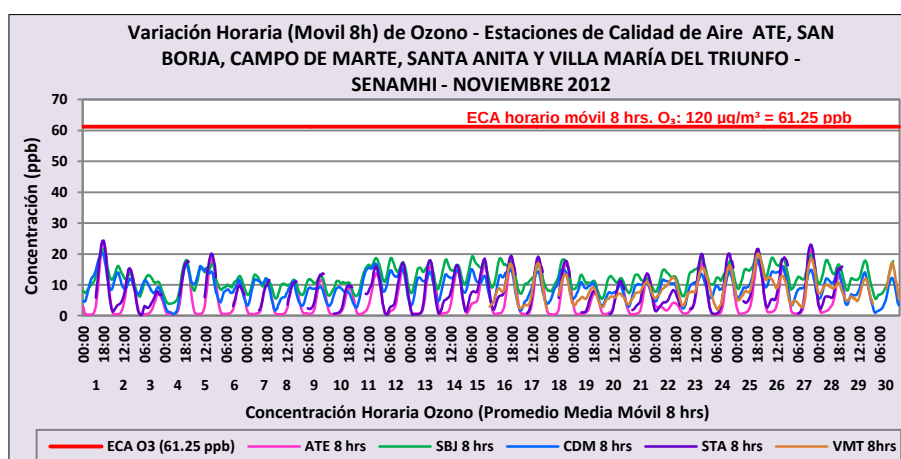


Fig.23 Variación Media Movil 8h de O₃ – Estaciones ATE, SBJ, CDM, STA y VMT – Noviembre 2012

Con relación al comportamiento de las concentraciones de los contaminantes gaseosos promedio horarias de NO₂, diarias de SO₂ y promedio móvil de 8 horas de O₃ Troposférico observadas durante este mes, no superaron dichos contaminantes a los Estándares de Calidad de Aire (D.S. N°074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008-MINAM) en las estaciones de monitoreo.

La máxima concentración diaria de dióxido de azufre (SO₂) en Lima Este 1 (Ate) se dio el día 30 en el que se registró el máximo valor diario (20.7 ppb) correspondiente al 18.6 % del ECA; en Lima Sur 1 (Limatambo-San Borja) se dio el día 17 en el que se registró el máximo valor diario (4.5 ppb) correspondiente al 12.9 % del ECA; en Lima Centro (Campo de Marte) se dio el día 04 en el que se registró el máximo valor diario (3.9 ppb) correspondiente al 10.5 % del ECA diario del SO₂ (80 µg/m³ = 30.6 ppb); en Lima Este 2 (Santa Anita) el día 30 en el que se registró el máximo valor diario (15.9 ppb) correspondiente al 42.7 % del ECA en Lima Sur 2 (V.M.T.) se dio el día 15 en el que se registró el máximo valor diario (8.8 ppb) correspondiente al 24.2 % del estándar.(fig.21).

Por otro lado, para el dióxido de nitrógeno (NO₂), en Lima Este 1 (Ate) a las 11:00 h del día 30 se registró el máximo valor horario (55.6 ppb) correspondiente al 52% del ECA; en Lima Sur 2 (V.M.T.)

también el día 30 a las 10:00 h se registró el máximo valor horario (31.4 ppb) correspondiente al 29.3% del ECA (**fig.22**).

La máxima concentración de O_3 (promedio móvil de 8 horas) en Lima Este 1 (Ate) el día 01 a las 18:00 h se registró el máximo valor horario (23.6 ppb) correspondiente al 38.6% del ECA; en Limatambo-San Borja también el 01 se registró 21.5 ppb a las 18:00 h, que correspondió al 35.1 % del ECA; en Campo de Marte el máximo valor obtenido fue de 20.37 ppb el día 01 a las 17:00 h, que correspondió al 33.3 % del ECA; en Santa Anita también el 01 a las 17:00 h se registró el máximo valor horario (24.4 ppb) correspondiente al 39.8% del ECA. El valor más alto en Villa María del Triunfo fue de 20.2 ppb, registrado el día 25 a las 19:00 h y representa el 33% del estándar. (**fig.23**).

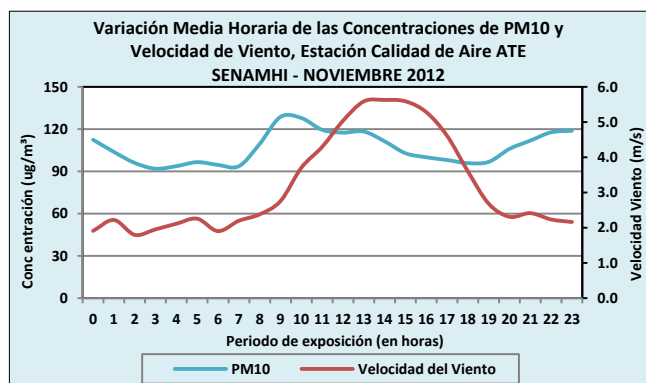


Fig.24 Variación Media Horaria PM₁₀ y Vel. Viento – ATE Noviembre 2012

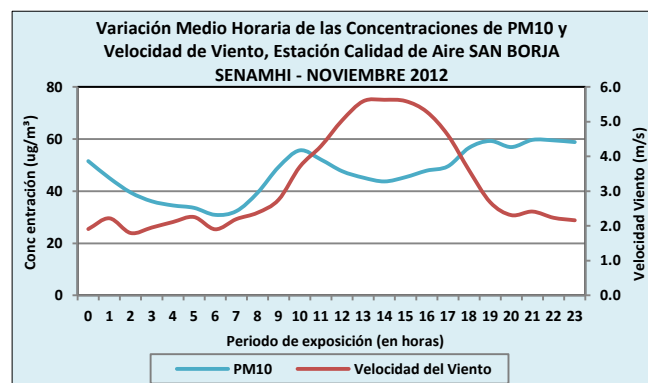


Fig.25 Variación Media Horaria PM₁₀ y Vel. Viento – SBJ Noviembre 2012

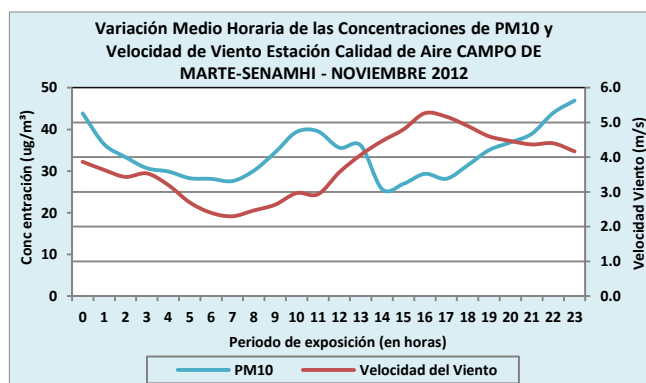


Fig.26 Variación Media Horaria PM₁₀ y Vel. Viento– CDM Noviembre 2012

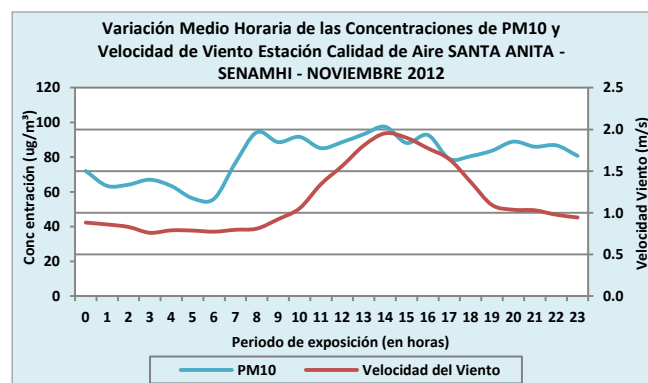


Fig.27 Variación Media Horaria PM₁₀ y Vel. Viento – STA Noviembre 2012

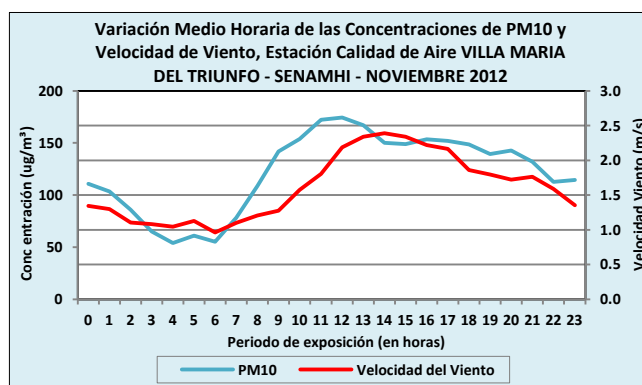


Fig.28 Variación Media Horaria PM₁₀ y Vel. Viento – VMT Noviembre 2012

Comparando la variación media horaria de la concentración del PM₁₀ y la velocidad del viento en las estaciones mostradas, se puede observar claramente la relación cualitativa inversamente proporcional de estos dos parámetros ambientales en las horas vespertinas entre las 12:00 h y 18:00 h (fig.24-28).

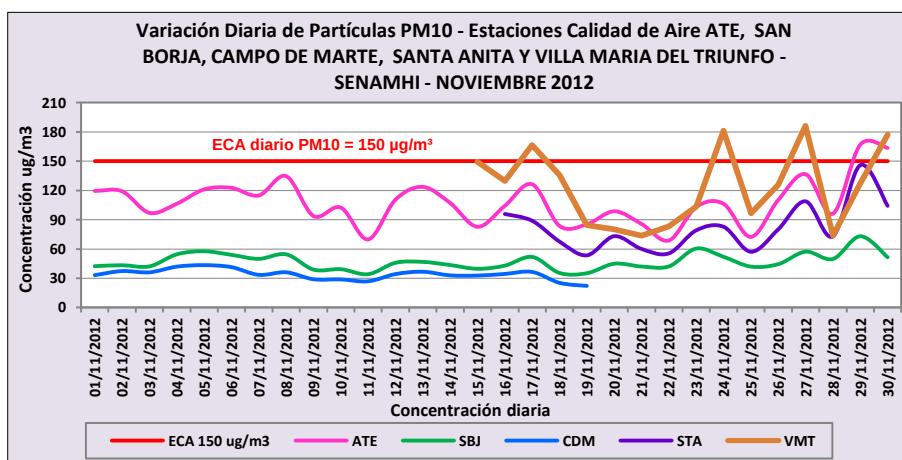


Fig. 29 Variación Media Diaria de PM₁₀ – Estación ATE, SBJ, CDM, STA y VMT – Noviembre 2012

Con referencia a las concentraciones de material particulado menor a 10 micrómetros (fig.25) se superó el estándar en la estación de Lima Este 1 (Ate) donde se registró la máxima concentración el día jueves 29 con 166.9 µg/m³ superando en 11.3 % al ECA.

En Lima Sur 2 (V.M.T.) se registró el máximo valor del mes con 186.1 µg/m³ para el día martes 27 que supera ECA en 24.1 %. Se superó el ECA 4 días en el mes. En Lima Sur 1 (San Borja), se registró en el día 29 la máxima concentración del mes con 73.1 µg/m³ equivalente al 48.7 % del ECA.

En Lima Centro (Campo de Marte), para el día 05 se registró la máxima concentración con 43.4 µg/m³ que equivale al 29.0 % del ECA. En Lima Este 2 (Santa Anita) se registró el día 29 la máxima concentración con 145.9 µg/m³ equivalente al 97.3% del ECA.

ESTADOS DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO

Cuadro N° 3: Estados de la Calidad del Aire y su Implicancia en la Salud

ESTADO	ÍNDICE	EFFECTOS EN LA SALUD
Bueno	0 - 50	La calidad del aire se considera satisfactoria, y la contaminación del aire no representa ningún riesgo.
Moderado	>50 - 100	La gente de los grupos sensibles (niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias y cardíacas), pueden presentar síntomas tales como tos y cansancio. La población en general no se ve afectada.
Malo	>100 - 200	Toda la población puede padecer de síntomas tales como tos seca, ojos cansados, ardor en la nariz y garganta. Las personas de grupos vulnerables (niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias y cardíacas) los efectos podrían ser más graves para la salud.
Muy Malo	>200 - 300	Toda la población puede presentar agravamiento de los síntomas tales como tos seca, ojos cansados, ardor en nariz y garganta. Efectos aún más graves en la salud de los grupos sensibles (niños, ancianos y personas con problemas cardiovasculares).
Alerta Máxima	> 300	Toda la población puede padecer riesgos graves y manifestaciones de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Aumento de las muertes prematuras en personas de los grupos más sensibles.

En las Figuras 30 y 31, se ilustra la distribución porcentual de los días monitoreados del mes con Estados **BUENO**, **MODERADO**, **MALO** y **MUY MALO**, según las condiciones en que se presentó el mes respecto a las concentraciones de material particulado menor a 10 micrómetros (PM_{10}) y dióxido de azufre (SO_2), de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en la ciudad de Lima.

Estados de la Calidad del Aire con Relación al PM_{10} – Noviembre 2012

En lo que respecta al PM_{10} en la estación Lima Este 1 (Ate) se monitorearon 29 días del mes, de los cuales 1 día presentó condiciones de estado **MALO** que representa el 3% del mes, 28 días con estado **MODERADO** que constituye el 97% del mes; se identificó al día jueves 29 la concentración máxima diaria de $166.9 \mu g/m^3$ y el día martes 27 la segunda máxima diaria de $136.7 \mu g/m^3$ e índices equivalente de 118 y 93 respectivamente. (fig.30).

En la estación Lima Sur 1 (San Borja) se monitorearon todos los días del mes, donde se presentó 10 días con estado **MODERADO** que representa el 33% de días del mes y 20 días con estado **BUENO** que constituye el 67% del mes; se identificó al jueves 29 como el día con la concentración máxima diaria con $73.1 \mu g/m^3$ y el viernes 23 la segunda máxima diaria de $60.5 \mu g/m^3$, con índices equivalentes de 62 y 56 respectivamente (fig.30).

En la estación Lima Centro (Campo de Marte) se monitorearon solo 18 días del mes, en los cuales, todos esos días presentaron condiciones de estado **BUENO** que representa el 100% del mes; el día lunes 5 presentó la máxima concentración diaria con $43.4 \mu g/m^3$ y domingo 4 la segunda máxima diaria de $41.9 \mu g/m^3$ con índices de 43 y 42 respectivamente. (fig.30).

En la estación Lima Este 2 (Santa Anita) se monitoreo solo 13 días, entre los cuales, todos esos días presentaron condiciones de estado **MODERADO**, que representaría el 100% del mes; se identificó el día jueves 29 la concentración máxima diaria con $146.0 \mu g/m^3$ y el martes 27 la segunda máxima diaria de $108.8 \mu g/m^3$ e índices de 98 y 80 respectivamente. (fig. 30).

En la estación Lima Sur 2 (Villa María del Triunfo) se monitorearon solo 15 días del mes, de los cuales, presentó 4 días con estado **MALO** que representa el 27% del total, 11 días con estado **MODERADO** el cual representa el 73% de los días monitoreados; el martes 27 se identificó como el día con la máxima concentración diaria de $186.1 \mu g/m^3$ y el día sábado 24 la segunda máxima diaria de $181.1 \mu g/m^3$ e índices de 136 y 132 respectivamente. (fig.30).

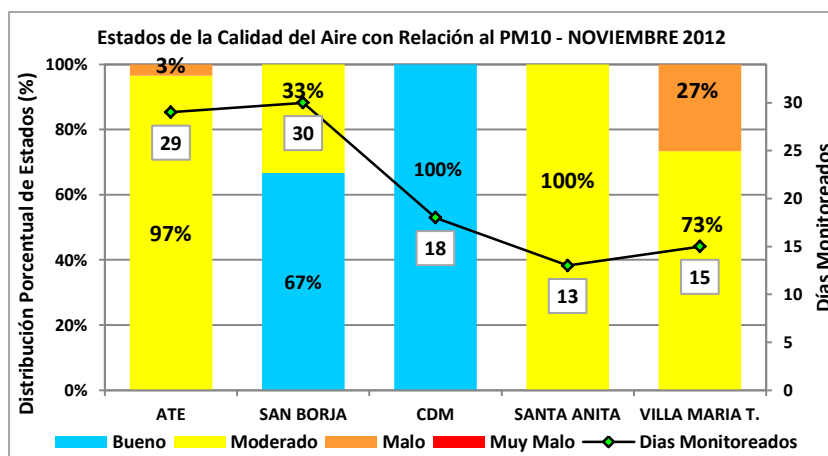


Fig.30 Estados de la Calidad del Aire respecto al PM_{10} - Todas las Estaciones

Estados de la Calidad del Aire con Relación al SO₂ – Noviembre 2012

En la estación Lima Este 1 (Ate) se monitorearon 29 días del mes, en los cuales se determinó 4 días con estado **MODERADO** que representa el 14% de días del mes y 25 días con estado **BUENO** que representa el 86% del total de días monitoreados; se identificó que en los días jueves 29 y martes 27 se presentaron las dos concentraciones máximas diarias de 40.6 µg/m³ y 26.5 µg/m³ con índices equivalente a 68 y 56, respectivamente. (fig.31).

En la estación de Lima Sur 1 (San Borja) se monitorearon los 30 días del mes, en los cuales se determinó que todos los días presentaron condiciones de estado **BUENO** que representa el 100% del total de días monitoreados; se identificó a los días sábado 17 y domingo 4 como los días con máximos valores diarios de 11.7 µg/m³ y 11.5 µg/m³ e índices equivalentes a 29. (fig.31).

En la estación Lima Centro (Campo de Marte) se monitorearon todos los días del mes, de los cuales todo el mes presentó condiciones de estado **BUENO** que representa el 100% del total; se identificó a los días domingo 4 y jueves 8 como los días con mayores concentraciones diarias de 10.4 µg/m³ y 9.8 µg/m³ equivalentes a índices de 26 y 24 respectivamente. (fig.31).

En la estación Lima Este 2 (Santa Anita) se monitorearon 29 días del mes, donde se determinó que todos los días presentaron condiciones de estado **MODERADO** que representa el 100% del total de días monitoreados; se identificó a los días jueves 29 y martes 27 como los días con las máximas concentraciones diarias de 39.6 µg/m³ y 38.1 µg/m³ equivalentes a índices de 67 y 66 respectivamente. (fig.31).

En la estación Lima Sur 2 (Villa María del Triunfo) se monitorearon solo 15 días del mes, en los cuales se presentaron 5 días con estado **MODERADO** que representa el 33% del total y 10 días de condiciones de estado **BUENO** que representa el 67% de días monitoreados; se identificó a los días jueves 29 y lunes 26 como los días con las mayores concentraciones diarias de 21.6 µg/m³ y 21.5 µg/m³ con índices equivalentes 52. (fig.31).

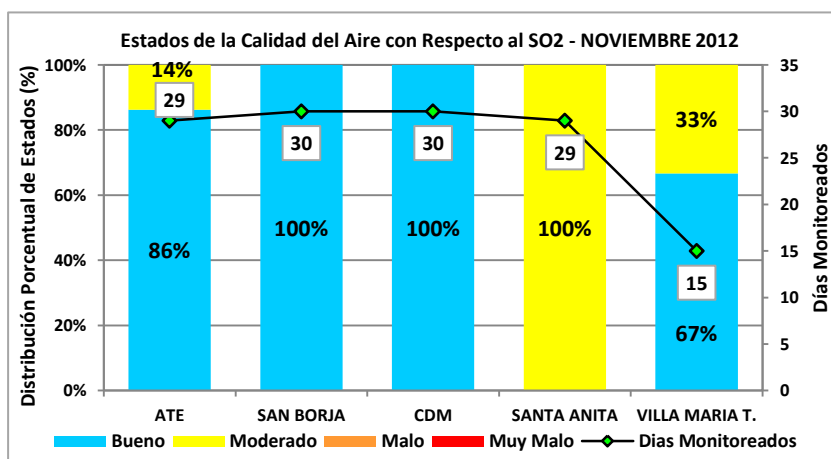


Fig.31 Estados de la Calidad del Aire respecto al SO₂ - Todas las Estaciones

PERSPECTIVAS PARA EL MES DE DICIEMBRE

De acuerdo a los pronósticos climáticos para la costa central de Perú, donde se ubica la Zona Metropolitana de Lima-Callao, para el mes de diciembre 2012, como consecuencia de que la TSM tanto en latitudes tropicales como altas latitudes del S y SW del océano Pacífico, está oscilando alrededor de sus condiciones normales y el comportamiento variable del anticiclón del Pacífico suroriental también oscilando alrededor de sus normales, generando vientos entre débiles, moderados y fuertes del S y SE que a su vez mantienen un afloramiento activo de la corriente fría de Humboldt, cercano al litoral, inversión térmica por subsidencia que ha disminuido en su intensidad; nubosidad estratiforme baja con tendencia a la disminución dando origen a condiciones variables con algunos días con fuerte insolación

alternados con días nublados y esporádicos días cubiertos generado garúas. Nubosidad media y alta incrementa su presencia como consecuencia de la intensificación de trasvases de masas de aire húmedo desde la amazonía conforme se acentúa la estación húmeda. La temperatura media del aire continuará su gradual ascenso y la humedad relativa su gradual descenso. Bajo tales condiciones, para el caso del Polvo Atmosférico Sedimentable (ver **Cuadro 3**), las partículas contaminantes PM₁₀ y el gas contaminante ozono troposférico, así como la radiación solar y UV, mostrarán ligeros ascensos, oscilando dentro de su variabilidad normal.

PERSPECTIVAS: INTERVALO

**Cuadro 3: Perspectiva de concentraciones de polvo atmosférico sedimentable (PAS)
Diciembre 2012 (t/km².mes)**

ZONA	INTERVALOS DE CONFIANZA
LIMA CENTRO ESTE	21.3 – 25.1
LIMA OESTE	4.3 – 6.1
LIMA ESTE	25.9 – 29.5
LIMA SUR	16.3 – 23.4
LIMA NORTE	10.1 – 14.9
LIMA SURESTE	10.8 - 14

CONCLUSIONES:

- Las condiciones atmosféricas y oceánicas que determinaron el comportamiento climático durante el mes de noviembre en la costa central de Perú, muestra el comportamiento variable del Anticiclón del Pacífico suroriental con valores medios de su núcleo de 1022 hPa en los 29° S y 95° W, ; anomalías entre -2,5 y + 2,5 hPa en latitudes tropicales a -7,5 y +5 hPa en altas latitudes del SW y S; las anomalías de TSM variando entre - 1° a + 1° C en latitudes tropicales y - 0,5 a + 0,5° C en altas latitudes del SW y S
- La presencia de vientos superficiales del S y SE variando entre débiles, moderados y fuertes mantuvieron un afloramiento activo cercano al litoral de las aguas del mar que propició la presencia de una Inversión Térmica disminuida en su intensidad, con altura promedio de su base a 920 m.s.n.m., espesor de 441 m y gradiente medio de 1,1° C/100 m.
- La nubosidad estratiforme baja (base < 500 m.s.n.m.) disminuida en su intensidad ha ocasionado condiciones variables con días de intensa insolación alternados con esporádicos días cubiertos y ocurrencia de garúas.
- Las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) fueron en promedio de 12.47 t/km²/mes, mayor al mes anterior; además superó en 2.5 veces a la Guía de la OMS (5 t/km²/mes). La zona crítica de más alta concentración fue Lima Centro-Este (Lurigancho), (40.3 t/km²/mes), mayor que el mes anterior y superó a dicha guía OMS (5 t/km²/mes) en 8.1 veces.
- Los contaminantes gaseosos monitoreados (NO₂, SO₂ y Ozono Troposférico) no superaron los estándares correspondientes en las estaciones de monitoreo de: Ate, San Borja, Campo de Marte, Santa Anita y Villa María del Triunfo.

- Con referencia a las concentraciones de material particulado menor a 10 micrómetros (fig.25) se superó el estándar en la estación de Lima Este 1 (Ate) donde se registró la máxima concentración el día jueves 29 con 166.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superando en 11.3 % al ECA. En Lima Sur 2 (V.M.T.) se registró el máximo valor del mes con 186.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el día martes 27 que supera ECA en 24.1 %. Se superó el ECA 4 días en el mes. En Lima Sur 1 (San Borja), se registró en el día 29 la máxima concentración del mes con 73.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ equivalente al 48.7 % del ECA. En Lima Centro (Campo de Marte), para el día 05 se registró la máxima concentración con 43.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que equivale al 29.0 % del ECA. En Lima Este 2 (Santa Anita) se registró el día 29 la máxima concentración con 145.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ equivalente al 97.3% del ECA.
- Las concentraciones de los contaminantes atmosféricos muestran una relación cualitativa inversamente proporcional a la temperatura del aire y velocidad del viento, debido a los procesos turbulentos del aire que generan dispersión; mientras que las concentraciones del ozono Troposférico muestran una relación directamente proporcional a las horas de sol y radiación solar debido a los mayores procesos fotoquímicos que ocurren en la atmósfera.
- Respecto a los estados de la calidad del aire por partículas menores a 10 micrómetros (PM10) en Lima Este 1 (Ate) mantiene la tendencia respecto al mes anterior con valores de índice entre 60 a 85 con días MODERADOS, evidenciando que las máximas diarias se presentan en los fines de mes. En Lima Sur 1 (San Borja) presenta similar tendencia en las condiciones de estado respecto al mes anterior, no se evidencio incrementos considerables. En Lima Centro (Jesús María) sigue manteniéndose como la zona que presenta mejores condiciones de estado BUENO; la tendencia respecto a los índices bajo ligeramente respecto al mes anterior. En Lima Sur 2 (Villa María del Triunfo) sigue siendo la zona que presenta mayores días de estado MALO y los días con las máximas concentraciones respecto a las demás zonas.

- ∞ -