

EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA-CALLAO/SETIEMBRE - 2008

Por: Ing. José Silva Cotrina
Ing. Zarela Montoya Cabrera
SO1 FAP Rigoberto Duránd Montes

INDICE GENERAL

1. Resumen	2
2. Metodología	2
3. Resultados del monitoreo ambiental.	6
4. Perspectivas Ambientales: Del Polvo Atmosférico Sedimentable	14
5. Conclusiones.	14

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1- Red de estaciones meteorológicas y de muestreo del polvo atmosférico sedimentable en la zona metropolitana de Lima-Callao.	4
Fig. 2-Totales mensuales de polvo atmosférico sedimentable registrados en agosto y setiembre 2008 en Lima-Callao.	6
Fig. 3- Análisis espacial de la concentración del polvo atmosférico sedimentable en la cuenca atmosférica de Lima-Callao durante el mes de setiembre del 2008.	7
Fig. 4- Variación diaria semanal de las concentraciones de PM2.5 en la Estación Meteorológica Campo de Marte, Jesús María - setiembre 2008	8
Fig. 5- Variación temporal horaria de la Nubosidad en la estación A.I. Jorge Chávez - setiembre 2008	10
Fig. 6- Variación media diaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de setiembre 2008 en El Callao y La Molina	10
Fig. 7-Variación horaria de la temperatura y humedad relativa en las estaciones de la Zona Metropolitana de Lima y Callao – setiembre2008.	11
Fig. 8- Rosas de viento (m/s) en las estaciones El Callao y La Molina setiembre 2008	12

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N ° 1. Concentraciones de polvo atmosférico sedimentable o contaminantes sólidos sedimentables: agosto y setiembre 2008.	5
Cuadro N ° 2. Concentraciones semanales de PM2.5 registradas en la Estación Campo de Marte Jesús María, setiembre 2008	8

EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA-CALLAO SETIEMBRE - 2008

1. Resumen

El boletín del mes de setiembre 2008 muestra los resultados de la evaluación del material particulado y contaminantes gaseosos en relación a las condiciones meteorológicas registradas en la red automática de la Zona Metropolitana de Lima-Callao compuesta por las estaciones de Comas, el Callao y La Molina. En cuanto al primero, el polvo atmosférico sedimentable (PAS) registró una media superior a la de agosto de 11,7 t/km²/mes, máxima de 34,7 t/km²/mes en el distrito de Lurigancho y mínima de 0,5 t/km²/mes en Magdalena; para las partículas menores a 2.5 micras (PM2.5) la máxima concentración se presentó el día jueves equivalente a 99,6 ug/m³; superando el estándar durante el 100 % del período evaluado, respecto al ECA Nacional de Tránsito. De acuerdo a la vigilancia sinóptica, la evolución de los sistemas meteorológicos que influyen en el clima de la costa central de Perú, muestra que, el Anticiclón del Pacífico suroriental –APSO- presentó un comportamiento muy variable con núcleos máximos hasta de 1032 hPa y mínimos de 1020 tanto en la primera como en la segunda década del mes; mientras que en la tercera, estas variaciones fueron menores. Como consecuencia de lo anterior, los vientos y el afloramiento marino a lo largo de la costa peruana fueron muy variables en su intensidad; el fenómeno de la inversión térmica por subsidencia igualmente se presentó muy intenso en algunos días y la nubosidad estratiforme que se configura por debajo de la base de la inversión, estuvo presente durante todos los días del mes, variando desde días con cielo totalmente cubierto a días con nublado parcial; asimismo, las condiciones de insolación se vieron muy limitadas y la temperatura del aire se mantuvo entre estable a muy ligeros incrementos, debido a los efectos de los sistemas regionales que muestran evidentes cambios de estación. De este modo, las condiciones descritas y sus interacciones, propiciaron en promedio, un muy ligero incremento de los fenómenos de turbulencia térmica y mecánica del aire que se manifestaron en un ligero incremento de los fenómenos de suspensión y resuspensión del polvo atmosférico sedimentable.

2. Metodología

2.1 Del monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables

La información empleada para el análisis corresponde a la obtenida de la red de muestreo de polvo atmosférico compuesta por 44 estaciones ubicadas en el ámbito de la cuenca atmosférica de la zona metropolitana de Lima-Callao (figura 1). El método de muestreo pasivo desarrollado es el que se describe a continuación:

- **Fase preliminar de gabinete:** consiste en la preparación en laboratorio de las placas receptoras que serán empleadas en campo.
- **Fase de campo:** consiste en el reemplazo de las placas receptoras impregnadas de contaminantes por las que recién han sido pesadas, y su posterior evaluación en laboratorio. Observaciones tales como actividades de construcción cercana a la estación, manipulación por terceros, mantenimiento, paralización, entre otras, son anotadas en una bitácora para la validación posterior de la calidad de la información.
- **Fase de laboratorio:** por el método gravimétrico se determinan las concentraciones correspondientes a cada una de las estaciones de observación.
- **Fase de gabinete:** involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información, salida de reportes preliminares, cuadros, mapas, gráficos y la elaboración del boletín mensual.

2.2 Del monitoreo de partículas totales en suspensión (PTS), menores a 10 micras y menores a 2.5 micras (PM10 y PM2.5)

La información diaria de las concentraciones de partículas PM10 y PM2.5 se obtiene de equipos Minivol (flujo de 5 l/min) instalados en la estación meteorológica Campo de Marte (figura 1). El método de muestreo activo es el que se describe a continuación:

- **Fase preliminar de laboratorio:** consiste en la preparación en laboratorio (gravimetría) de los filtros que serán expuestos durante 24 horas en campo.
- **Fase de campo:** consiste en la exposición de los filtros que han sido preparados en laboratorio; toma de datos de los flujos, tiempo acumulado y condiciones del tiempo al iniciar y culminar las 24 horas de exposición. De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental (EPA), se realizará el muestreo en campo cada 6 días, de tal manera de tener concentraciones representativas de todos los días de la semana del mes en curso. Para circunstancias particulares, se puede incrementar la frecuencia de muestreo. La bitácora de campo es fundamental durante el desarrollo de las actividades en el campo.
- **Fase de laboratorio:** por el método gravimétrico se determinan las concentraciones correspondientes para el material particulado menor a 10 micras y menor a 2.5 micras.
- **Fase de gabinete:** involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información, salida de reportes preliminares, cuadros, mapas, gráficos y la elaboración del boletín mensual.

2.3 Monitoreo de contaminantes gaseosos

La evaluación horaria, diaria y mensual de los gases contaminantes del aire (óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre) en la Estación de Calidad de Aire ubicada en la Sede Central (figura 1) se realiza de acuerdo a la siguiente metodología:

- Fase de campo: operación continua de analizador automático de óxidos de nitrógeno API200E y dióxido de azufre 43i en la estación de calidad del aire SENAMHI. Descarga de la información in situ (downloading) mediante cable RS-232, Ethernet y Softwares API COM y iPORT. Se realiza el cambio de filtros cada 15 días en promedio y la inspección de fugas y limpieza en la línea de ingreso de muestra. Calibración según método aprobado por EPA.
- Fase de gabinete: involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información tomando como referencia el D.S. N°074 –PCM-2001 “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire” y la R.D. N° 1404/2005/DIGESA/SA “Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos”.

2.4 De la Información Meteorológica

Para la evaluación de las condiciones meteorológicas de la Zona Metropolitana de Lima-Callao en el presente informe se ha utilizado la información proveniente de los siguientes lugares de observación: Collique (Comas), automática y radiosondaje del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (Callao), y automática Lima Este (La Molina), las mismas que son presentadas en la **figura 1**. La metodología de trabajo es la siguiente:

- **Fase de recopilación:** involucra el proceso de obtención y concentración de la información meteorológica de las estaciones señaladas.
- **Fase de control de calidad y consistencia:** involucra la revisión de los datos, eliminación de inconsistencias y completación de la data a través de herramientas estadísticas.
- **Fase de procesamiento, análisis e interpretación:** involucra el procesamiento numérico, gráfico, análisis e interpretación de los resultados.

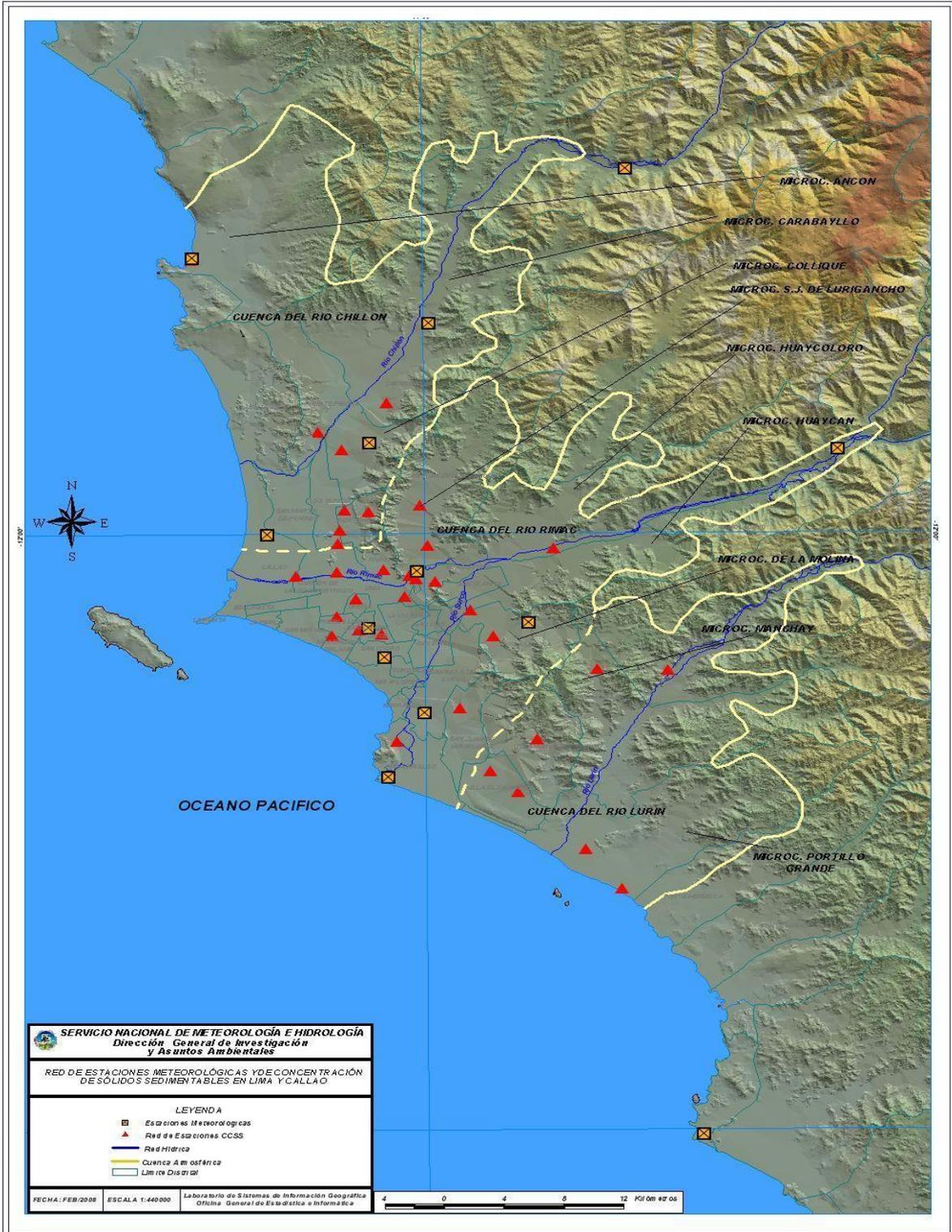


Fig. 1 - Red de estaciones meteorológicas y de muestreo del polvo atmosférico sedimentable (PAS) en la Zona Metropolitana de Lima-Callao

3. Resultados del monitoreo ambiental

3.1.1 Del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)

La evaluación del polvo atmosférico sedimentable se realiza en el ámbito de la cuenca atmosférica de Lima-Callao. La red compuesta de 43 estaciones de muestreo es presentada en la **figura 1**.

Durante el mes de setiembre, el 81 % de las estaciones superaron el nivel referencial permisible de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 5 t/km²/mes, con una media de 11,7 t/km²/mes, superior a la del mes anterior.

Los niveles de contaminación por polvo sedimentable en los principales núcleos fueron inferiores, con excepción de Lima Sur-este que se incrementaron (ver **cuadro N° 1**). En cuanto a los valores extremos, el máximo se registró en el distrito de Pachacamac (28,8 t/km²/mes), y el mínimo de 1,7 t/km²/mes en Carabaylo. La dirección predominante de los vientos para las estaciones de la red meteorológica automática de SENAMHI varió durante las horas del día, siendo en promedio tanto de componente sur como oeste, con intensidades que oscilaron desde débiles a moderadas; éstos, en interacción con la rugosidad natural y artificial impuesta por las edificaciones, determinaron niveles medios ligeramente superiores a los registrados en agosto, siendo 2,1 veces superior al nivel permisible.

Cuadro N° 1: Concentraciones de polvo atmosférico sedimentable o contaminantes sólidos sedimentables agosto y setiembre 2008 (t/km².mes)

Conc t/km ² .mes	N° est	% de estaciones Sobrepasa nivel ref.	Núcleos principales (puntuales y promedios)				X t/km ² /mes	Máx t/km ² /mes	Mín t/km ² /mes
			Lima Norte	Lima Centro-este	Lima Sur-este	Lima Sur			
Agosto 2008	42	83	20,1 (Comas)	17,9 (El Agustino, El Cercado, Ate, Lurigancho)	28,8 (Pachaca mac)	25,7 (V.M.T.; Lurín)	10,4	28,8 (Pachacam.)	1,7 (Carabaylo)
Setiembre 2008	42	81	22,5 (Independencia)	23,4 (El Agustino, El Cercado, Ate, Lurigancho)	17,3 (Pachaca mac)	24,6 (V.M.T.; Lurín)	11,7	34,7 (Lurigancho)	0,5 (Magdalena)

En la **figura 2** se muestran las concentraciones registradas en los meses de agosto y setiembre 2008.



Fig.2-Totales mensuales de polvo atmosférico sedimentable (contaminantes sólidos sedimentables) registrados en agosto y setiembre 2008 en Lima-Callao

La configuración urbana local, el incremento tanto del tráfico vehicular y de una red vial con deficiente mantenimiento, así como de las actividades industriales, comerciales y de servicios con una postergada política nacional de ordenamiento territorial, ello en interacción con las condiciones meteorológicas que se presentaron durante Agosto, facilitaron la configuración de persistentes zonas críticas de alta contaminación en Lima-Callao, con una media inferior y valores también inferiores en las zonas críticas respecto al mes anterior. De acuerdo a lo descrito, en **la figura 3**, las 4 principales zonas críticas son: hacia Lima norte (cuenca del río Chillón) se observa el primer centro, extendiéndose hacia la jurisdicción de los distritos de Independencia, Comas, Carabayllo, Pte. Piedra, Ancón, Sta. Rosa, Ventanilla, Los Olivos y San Martín de Porres, cuyo núcleo en el distrito de Independencia tiene un valor de 22,5 t/km²/mes. El segundo centro abarca Lima centro-este (cuenca del río Rímac y microcuencas de San Juan de Lurigancho y Huaycán, y comprende los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho, Chaclacayo, Ate-Vitarte, Sta. Anita, el Agustino, y el Cercado (lado este), con núcleos en los distritos de El Agustino y Ate con valores de 26,9 y 34,7 t/km²/mes. El tercer centro ubicado en Lima sur-este tiene su núcleo en el oeste del distrito de Pachacamac (microcuenca de Manchay), comprende los distritos de Pachacamac, sureste de La Molina y suroeste de Cieneguilla, con valor de 17,3 t/km²/mes; mientras que el cuarto centro en Lima sur que comprende los distritos de Villa El Salvador, Villa María del Triunfo y Lurín, se presenta fraccionado en Villa María del Triunfo y Lurín con valores de 24,6 y 27,8 t/km²/mes, respectivamente. Los distritos cercanos al litoral costero y parte de algunos residenciales, comprendidos dentro de la estrecha franja amarilla, se mantuvieron por debajo del límite (5 t/km².mes), favorecidos por la influencia de las brisas marinas y políticas de gestión municipal saludables.

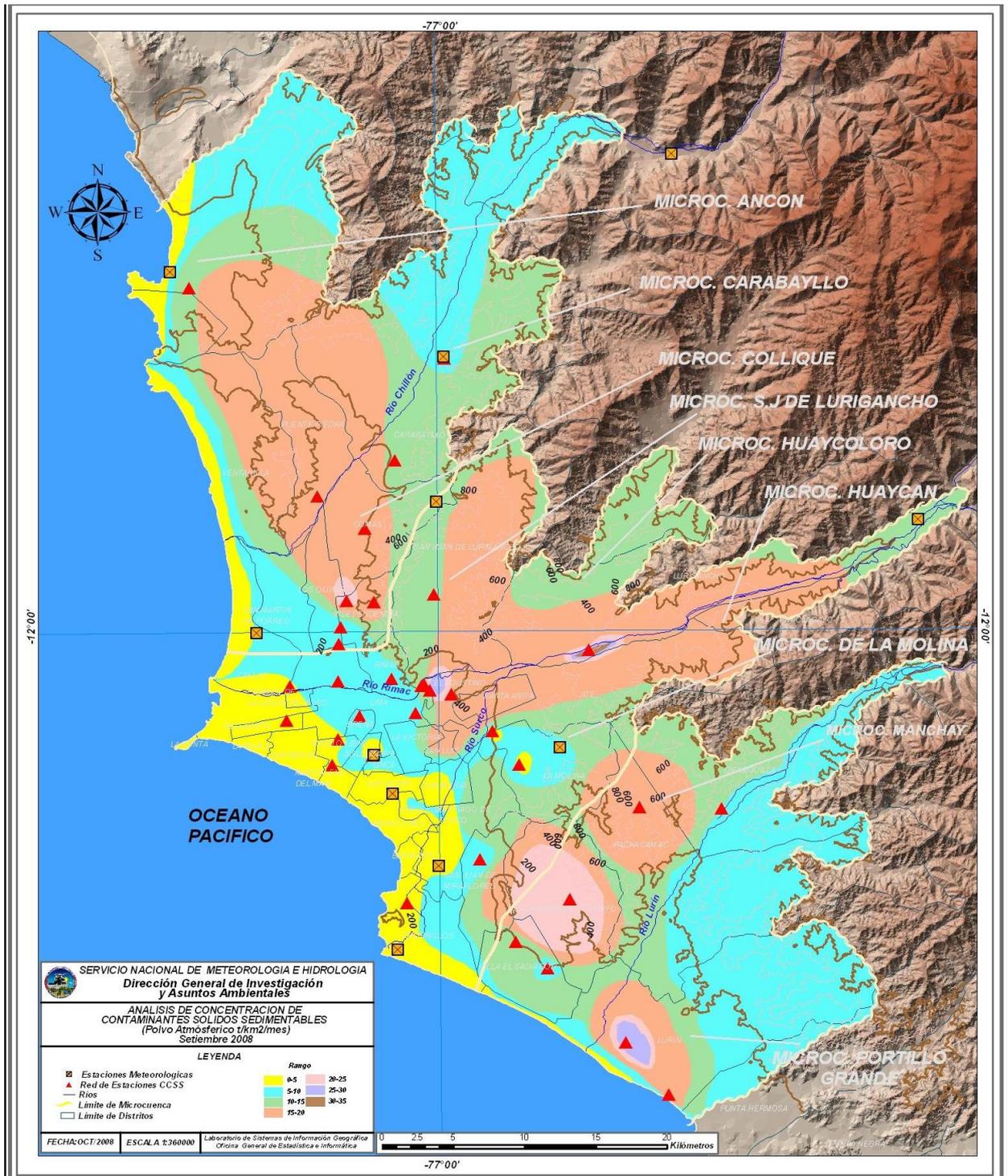


Fig. 3- Análisis espacial de la concentración del polvo atmosférico sedimentable en la cuenca atmosférica de Lima-Callao durante el mes de setiembre 2008

3.1.2 De las Partículas totales en suspensión (PTS), menores a 10 micras y 2.5 micras (PM10 y PM2.5)

La información semanal registrada en el mes de setiembre por el muestreador MiniVol PM2.5 instalado en la estación meteorológica Campo de Marte del SENAMHI, mostró su máxima concentración de partículas menores a 2.5micras el día jueves equivalentes a 99,6 ug/m³, según se observa en el cuadro N ° 2.

Cuadro N°2. Concentraciones semanales de PM2.5 registradas en la Estación Campo de Marte Jesús María, Setiembre 2008

Cont. (ug/m3)	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
PM2.5	87.1	87.1	86.5	99.6	86.7

Las Partículas Totales en Suspensión (PTS) incluyen en su composición a las PM10 y PM2.5. Por lo general, éstas provienen de fuentes diferentes y tienen mecanismos de formación distintos, aunque es probable que haya cierta superposición. La cercanía entre las concentraciones de PTS y PM2.5 se explica en que el principal aporte de las partículas para la zona evaluada corresponde a las provenientes del parque automotor, de por sí finas con centro carbonado, más no tanto a las gruesas derivadas de fuentes terrestres.

La variación diaria de las concentraciones de PM2.5 son comparadas con el Estándar de Calidad del Aire (ECA) Nacional de tránsito para el PM2.5, y se observa que el 100 % de los días, es superado. Ver **Figura 4**. La normatividad (guías) dada por la Organización Mundial de la Salud (25 ug/ m³) respecto a la normatividad nacional es mucho más exigente, sobrepasando los valores registrados también en el 100 % de los días evaluados.

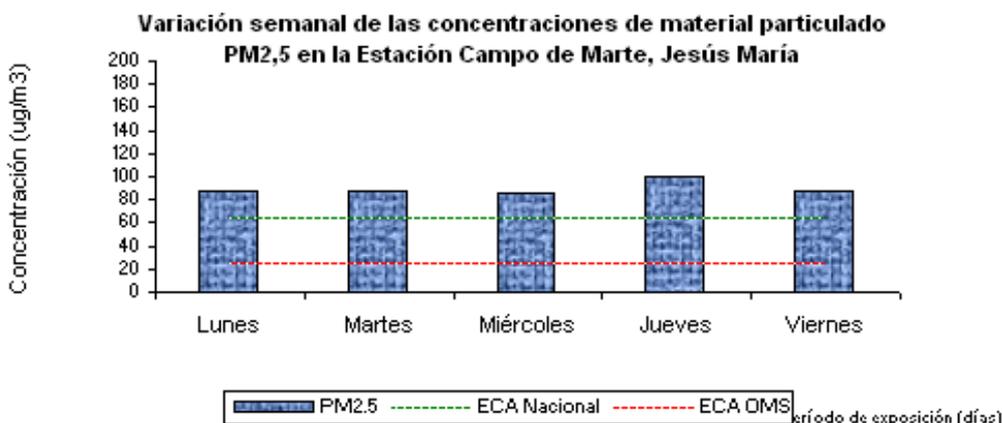


Figura 4.

El material particulado fino PM2.5, según se mencionó líneas arriba, es el más peligroso para el ser humano. De los elementos presentes en ésta, el más peligroso es el carbón orgánico, debido a la acción cancerígena de algunos de sus compuestos y a las propiedades tóxicas de otros. El otro derivado, es conocido como "carbón elemental" y sobre éste se adhieren partículas de sulfatos, nitratos, amonio que, junto con la alta humedad atmosférica de la ciudad de Lima-Callao, generan la acidez del material particulado.

3.1.3 De las condiciones meteorológicas

El análisis de las condiciones meteorológicas para la Zona Metropolitana de Lima-Callao durante el mes de Setiembre 2008, se ha realizado en base a información derivada disponible sobre la evolución sinóptica de los sistemas meteorológicos que influyen en el clima de la costa central de Perú, y de la información recopilada de la red de estaciones automáticas descrita en el acápite 2.3.

A continuación se presentan las variables analizadas durante el período de muestreo del polvo atmosférico sedimentable, partículas gruesas, finas y gases.

a. De la Nubosidad

De acuerdo a lo presentado en la **figura 5**, el mes de setiembre 2008, se caracterizó porque la nubosidad estratiforme que se configura por debajo de la base de la inversión térmica pos subsidencia, entre superficie y 1000 m.s.n.m., estuvo presente durante todos los días del mes, variando desde días con cielo totalmente cubierto y presencia de lloviznas a días con nublado parcial a nubes dispersas, debido a que el Anticiclón del Pacífico suroriental mostro un comportamiento muy variable, asimismo la intensidad del viento y del afloramiento marino a lo largo de la costa peruana y por lo tanto el fenómeno de la inversión térmica por subsidencia.

b. De la Temperatura y Humedad Relativa

- El análisis medio mensual de las variables temperatura y humedad relativa de las estaciones analizadas: automática Collique, automática sinóptica y de radiosondaje A.I. Jorge Chávez, y automática La Molina, señala el día 29 de setiembre como el más cálido con una máxima media de 18,3 ° C y el día 11 como el más frío con un valor medio de 15,9 ° C. Con respecto a la humedad relativa, el día más seco fue el 29 con la mínima media de 75 %, y el más húmedo el 3 de setiembre (96 %). **Ver figura 6.**
- Del análisis de la variación temporal diaria de la temperatura (° C) y humedad relativa (%) extremas se observa lo siguiente: la temperatura máxima fluctuó entre los valores de 17,0 ° C en Collique a 27,9 ° C en La Molina, y la mínima fluctuó entre 13,6° C en La Molina a 15,0 ° C en El Callao; la temperatura media del mes, considerando las estaciones analizadas, fue de 17,3 ° C. En cuanto a las humedades relativas, la máxima fluctuó entre 82 % en El Callao a 100 % en La Molina; y la mínima osciló entre 50 % a 89 % en La Molina (ver **figura 7**); la humedad relativa media fue de 83 %. El mes de setiembre presentó condiciones meteorológicas propias del asentamiento paulatino de la primavera, principalmente durante la segunda década del mes predominando días con cielo parcialmente nublado y brillo solar que se extendieron en horas de la tarde..

c. Del viento superficial

La información horaria de viento superficial (velocidad y dirección) correspondiente al mes de setiembre es presentada en la **figura 8** para el período matutino (07:00 – 11:00), vespertino (12:00 – 18:00) y nocturno (19:00 – 06:00), respectivamente. Este análisis es importante por cuanto esta variable meteorológica influye directamente en los procesos de transporte y dispersión de los contaminantes determinando tanto la localización como los niveles altos o bajos de concentración de éstos.

- Durante el período matutino (7:00 a 11:00 horas), predominaron vientos de intensidad media débil (< 3 m/s) en las estaciones Collique y Callao comprendidas entre 1,2 a 2,4 m/s. y con intensidad moderada en la estación La Molina (3,7 m/s). no se registró ocurrencia de calmas
- Durante el período vespertino (12:00 a 18:00 horas) se registraron vientos de intensidad media débil en la estación Collique (2,6), con moderadas en el Callao (4,1 m/s) y fuerte en La Molina (6,1 m/s). No se registró ocurrencia significativa de calmas.
- Durante el período nocturno (19:00 a 6:00 horas) se registraron vientos de intensidad débil en Collique (1,7 m/s). con intensidad moderada en La Molina y el Callao entre 3,2 a 3,1 m/s. No se registró ocurrencia significativa de calmas.
- En cuanto a las direcciones predominantes del viento superficial, en horas matutinas la estación A.I. Jorge Chávez (Callao) reportó direcciones del SSE (13 %), S (47 %), SSW (10 %) y N (12 %), que se mantuvieron en horas vespertinas con frecuencias de 63 % (S), 16 % (SSW), y 9 % (W), respectivamente y en horas de la noche con frecuencias de 62 % (S), 21 % (SSE) y 9 % (N), respectivamente. En la estación de Collique, en horas de la mañana predominaron vientos del N (40 %), S (6 %), SSW (12 %), SW (26 %), WSW (7 %); hacia horas vespertinas se mantuvieron con frecuencias 27 % (N), 22 % (SSW), 31 % (SW) y 11% (WSW); en horas de la noche

mantuvieron la misma dirección que las horas vespertinas con frecuencias de 31 %, 13 %, 28 % y 15 %. Mientras que en la estación Lima Este (La Molina), en horas de la mañana predominaron vientos del ESE (8 %), WSW (9 %), W (28 %) y del WNW (39 %); hacia horas vespertinas se mantuvieron vientos de componente W, con frecuencias de 4 % (WSW), 51 % (W) y 31 % (WNW); y hacia horas de la noche, provenientes del E (19 %), ESE (15 %), SE (7 %), W (20 %) y WNW (19 %).

d. Del perfil de la troposfera

De acuerdo a la vigilancia sinóptica, la evolución de los sistemas meteorológicos que influyen en el clima de la costa central de Perú, muestra que, el Anticiclón del Pacífico suroriental –APSO– presento un comportamiento muy variable con núcleos máximos hasta de 1032 hPa y mínimos de 1020 tanto en la primera como en la segunda década del mes; mientras que en la tercera, estas variaciones fueron menores. Como consecuencia de lo anterior, los vientos y el afloramiento marino a lo largo de la costa peruana fueron muy variables en su intensidad; y por lo tanto, el fenómeno de la inversión térmica por subsidencia con su base en promedio por sobre los 800 msnm, igualmente se presentó muy intenso en algunos días y la nubosidad estratiforme que se configura por debajo de la base de la inversión, estuvo presente durante todos los días del mes, variando desde días con cielo totalmente cubierto a días con nublado parcial.

Figura 5. Variación temporal horaria de la Nubosidad en la estación A.I. Jorge Chávez setiembre 2008

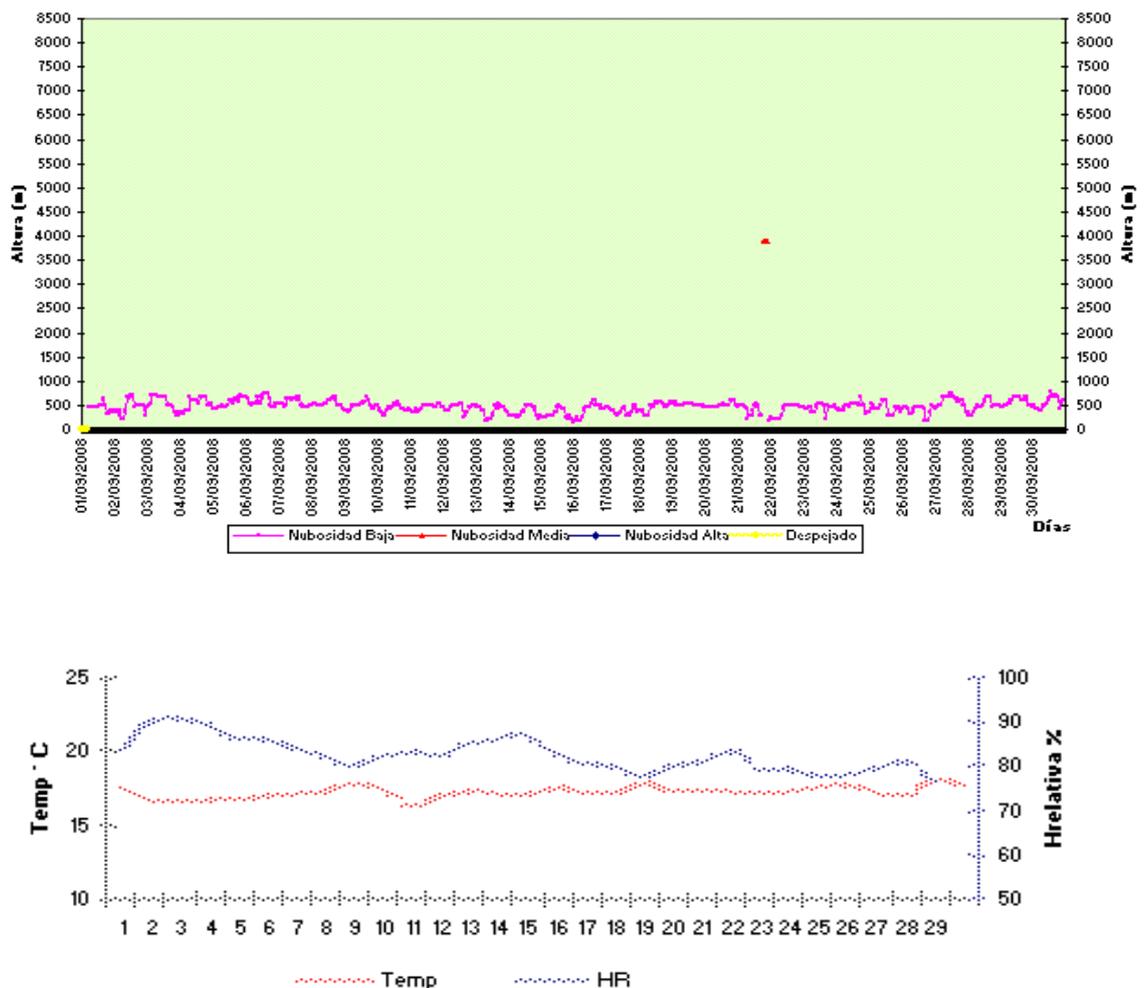


Figura 6.- Variación media diaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de setiembre del 2008 en Comas, El Callao y La Molina

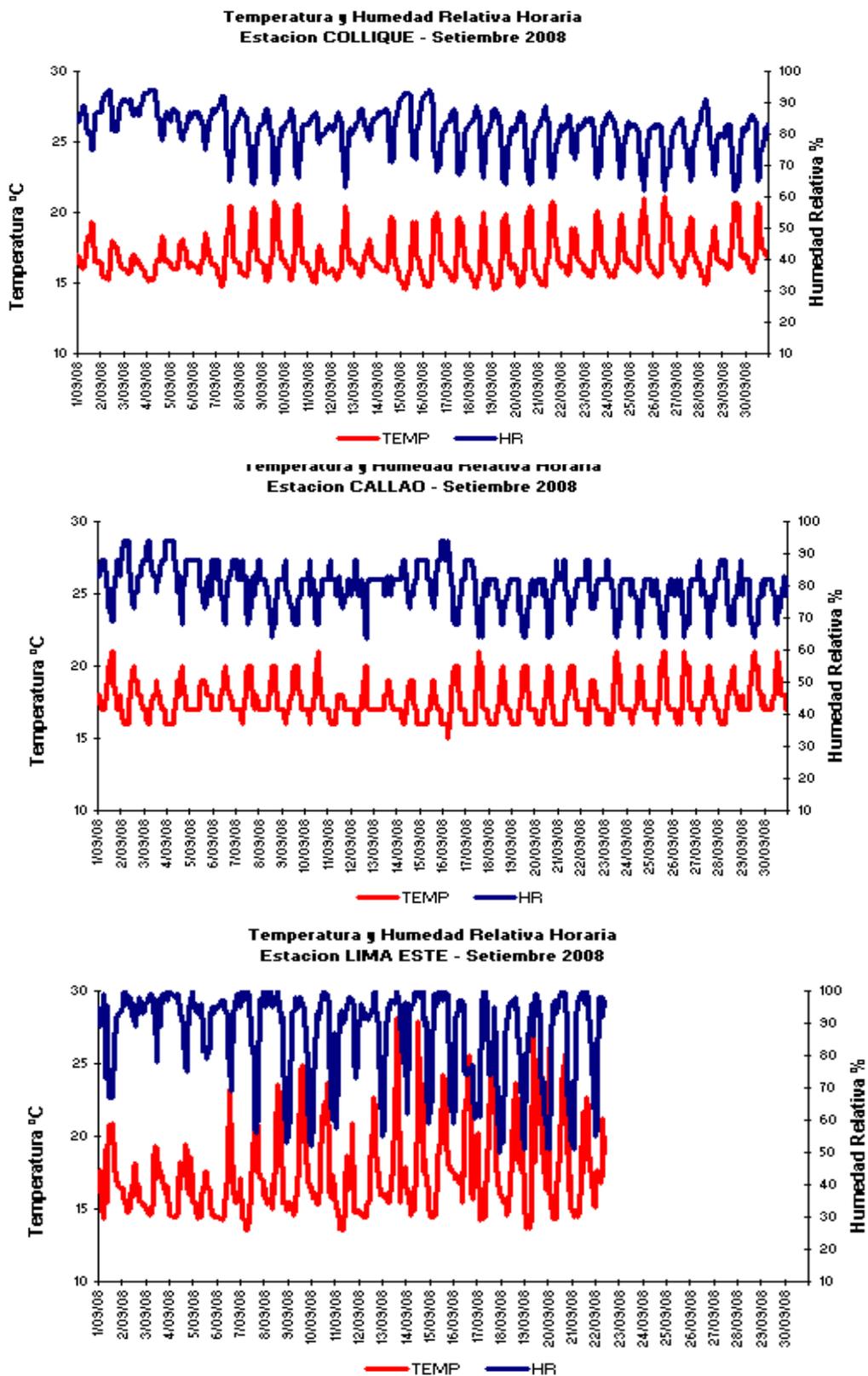
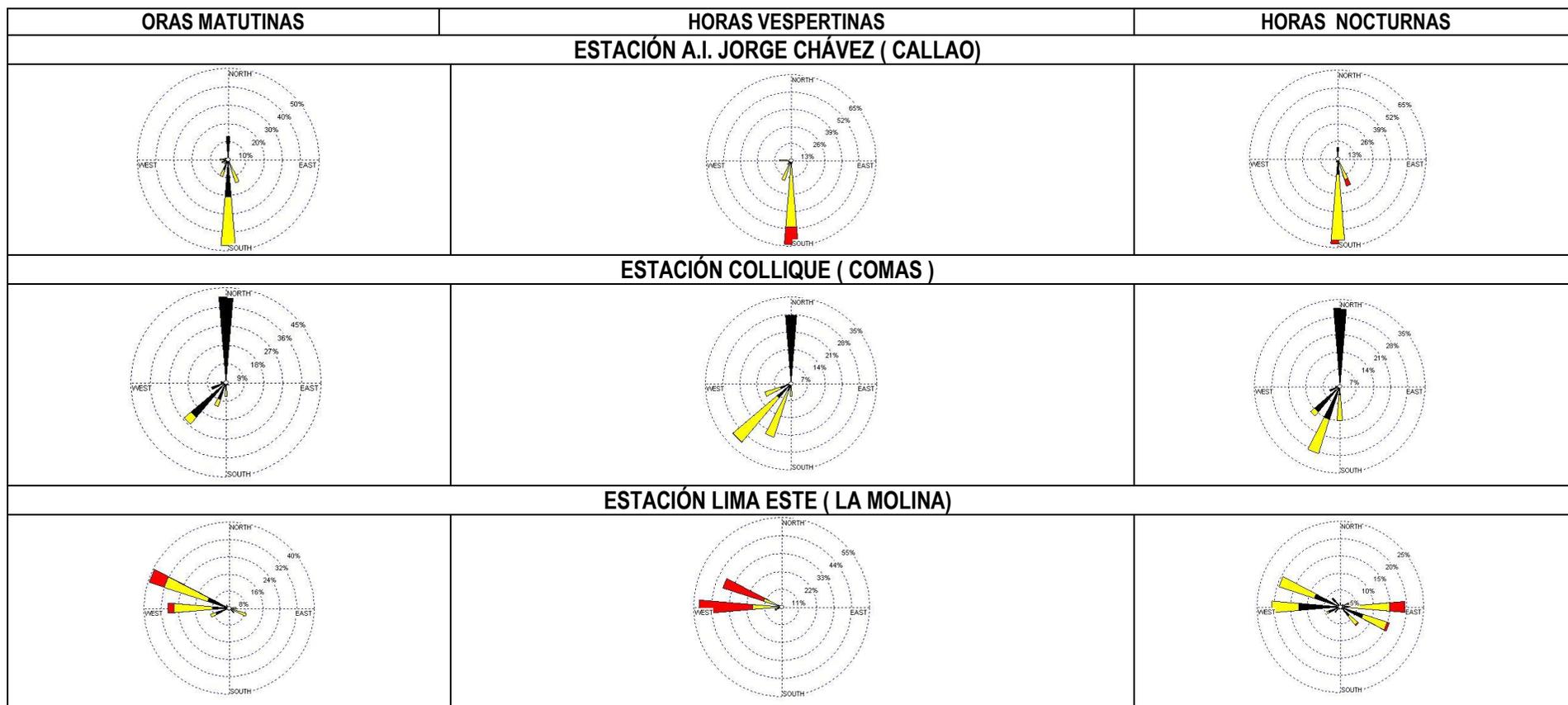


Figura 7.- Variación horaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de setiembre del 2008 en Comas, El Callao, y La Molina



WIND SPEED
(m/s)

- >= 6.0
- 3.0 - 6.0
- 0.1 - 3.0

Calms: 0.00 %

Fig 8 – Rosas de viento (m/s) en las estaciones de El Callao, Collique y La Molina setiembre 2008

4. Perspectivas Ambientales: Del Polvo Atmosférico Sedimentable

Tomando como referencia las condiciones climáticas de superficie pronosticadas para octubre 2008, el comportamiento de la base de la inversión térmica y las tendencias proporcionadas por modelos estadísticos, se prevé que la media de las concentraciones del polvo atmosférico sedimentable se incrementen ligeramente en promedio para el mes de octubre.

Para una tendencia más puntual, se recoge el comportamiento referencial de 5 estaciones de la red de Lima y Callao; éstas han sido elegidas considerando su ubicación representativa y/o amplia data histórica, son: Lima Norte (Independencia) Lima Centro (Cercado I), Lima Este (Cercado II/ zona este) Lima Oeste (Callao) y Lima Sur (VMT), según se observa en el cuadro todas están por encima del nivel referencial permisible de la OMS equivalente a 5 t/km²/mes.

Dada la naturaleza del contaminante (partículas gruesas sujetas a fuerzas gravitatorias) generado principalmente por la industria de la construcción, mala disposición de residuos sólidos, pistas deterioradas o sin pavimento, desgaste de llantas y frenos de los vehículos, actividades comerciales y actividades de limpieza pública, la estación de Lima Centro presenta bajas concentraciones por estar exenta de estas fuentes.

5. Conclusiones

- ✓ El material particulado para el mes de setiembre presentó el siguiente comportamiento:

Los niveles de contaminación en los principales núcleos durante setiembre fueron inferiores a los registrados el mes de agosto, con excepción de Lima Sur este que se incrementó. La configuración resultante fue de 4 centros de alta contaminación: el primer núcleo se presentó en Lima norte con 22,5 t/km².mes; el segundo en Lima centro-este con un valor medio de 23,4 t/km².mes; el tercero en Lima sur-este con 17,3 t/km².mes; y el cuarto en Lima sur con una media de 24,6 t/km².mes.

El 81 % de las estaciones sobrepasaron el nivel referencial establecido por la Organización Mundial de la Salud. La media mensual para las estaciones evaluadas fue de 11,7 t/km².mes, superiora la media del mes anterior; el valor máximo registrado fue de 34,7 t/km².mes en Pachacamac y el mínimo de 0,5 t/km².mes en Magdalena.

Las máximas concentraciones de partículas menores a 2.5micras (PM2.5) se registró el día jueves equivalente a 99,6 ug/m³.

- ✓ En cuanto a la nubosidad horaria, la nubosidad baja estratiforme estuvo presente durante todos los días del mes, dando como resultado condiciones de cielo totalmente cubierto con presencia de lloviznas a días con nublado parcial a nubes dispersas.
- ✓ En cuanto al comportamiento de la temperatura y humedad relativa del aire, las medias de las estaciones analizadas en setiembre fueron de 16,6° C y 86 %. Así mismo el análisis medio señala el día 31 de setiembre como el más cálido con una máxima media de 19,2 ° C y el día 28 como el más frío con un valor medio de 15,5 ° C. Con respecto a la humedad relativa, el día más seco fue el 31 con la mínima media de 76 %, y el más húmedo el 8 de setiembre (94 %).
- ✓ Con respecto al análisis de las intensidades del viento superficial en los períodos analizados, en horas matutinas predominaron vientos de intensidad media débil (< 3 m/s); en horas vespertinas la intensidad fue moderada en ambas estaciones evaluadas (El Callao y La Molina); mientras que hacia horas de la noche también se registraron intensidades medias débiles. En cuanto a las direcciones predominantes en horas matutinas se registraron principalmente vientos de

direcciones comprendidas entre ESE y WNW; en horas vespertinas entre SSE y WNW; y, en horas nocturnas entre S y WNW.

- ✓ Durante el mes de setiembre 2008, la inversión térmica por subsidencia presentó un comportamiento muy variable, desde días con condiciones muy estables a días con ligera estabilidad atmosférica, con configuración de su base en promedio por sobre los 800 msnm, debido al comportamiento variable del Anticiclón del Pacífico suroriental y por lo tanto de los vientos y del afloramiento marino a lo largo de la costa peruana.