

EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA-CALLAO/NOVIEMBRE-2004

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	CUENCA ATMOSFERICA DE LIMA	2
	2.1 Cuenca del río Chillón	3
	2.2 Cuenca del río Rímac	3
	2.3 Cuenca del río Lurín	3
3	METODOLOGÍA	4
5	RESULTADOS	5
	5.1 Distribución espacial de contaminantes sólidos sedimentables durante el mes de Noviembre del 2004 en la Zona Metropolitana de Lima- Callao.	5
	5.2 Análisis del comportamiento del ozono troposferico durante el mes de noviembre 2004	9
	5.3 Condiciones Meteorológicas durante el mes de Noviembre 2004	9
5	CONCLUSIONES	17

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Red de estaciones meteorológicas y de contaminantes sólidos sedimentables en la Zona Metropolitana de Lima-Callao	5
Fig. 2	Totales mensuales de contaminantes sólidos sedimentables registrados durante el mes de Noviembre 2004 en Lima-Callao	6
Fig. 3	Distribución espacial de la concentración de sólidos sedimentables en Lima-Callao durante el mes de Noviembre del 2004	7
Fig. 4a	Variación temporal de la concentración de ozono troposferico durante el mes de noviembre 2004	8
Fig. 4b	Variación media horaria de la concentración de ozono troposferico durante el mes de noviembre 2004	9
Fig. 4c	Variación máxima media de ozono troposferico durante el mes de noviembre	9
Fig. 5a	Variación horaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de Noviembre del 2004 en Comas, Cercado y el Callao.	11
Fig. 5b	Variación horaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de Noviembre del 2004 en La Molina y Surco.	12
Fig. 6a	Variación diaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de Noviembre del 2004 en Comas, Jesús María y Chorrillos	12
Fig. 6b	Variación diaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de Noviembre del 2004 en Chorrillos.	13
Fig. 7	Rosas de viento Diurnas	14
Fig. 8	Rosas de viento Nocturnas	15
Fig. 9	Radiosondaje mensual promedio mes de Noviembre	16

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°1	Características de la Capa de Inversión Térmica en la Costa Central de Perú	16
------------	---	----

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

A. EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA-CALLAO/NOVIEMBRE-2004

Elaboración

Ing. José Silva Cotrina
Bach. Zarela Montoya Cabrera

Colaboración

Sr. César Valverde Pastor.

1. Introducción

Durante el mes de noviembre, el SENAMHI a través de la Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales, participó en el Curso Taller “Air Pollution Meteorology, Modelling and Monitoring” llevado a cabo por la Agencia Internacional Canadiense los días 8 al 12 de noviembre en las instalaciones del Colegio de Ingenieros del Perú, en donde se dieron lineamientos importantes para un adecuado monitoreo de la calidad del aire tanto en términos conceptuales como en la aplicación práctica de modelos de dispersión puntuales. Asimismo, profesionales de esta Dirección participaron como ponentes en “El Primer Simposio Nacional de Geofísica” organizado por la Sección Especializada en Geofísica de la Sociedad Geológica del Perú en coordinación con la Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la Universidad Nacional de San Agustín, llevado a cabo los días 25 al 27 de los corrientes en la Ciudad de Arequipa; dichas presentaciones tanto en materia de Calidad del Aire como en materia de Radiación Solar con la presentación de Atlas de Energía Solar del Perú, despertó mucho interés en la comunidad estudiantil y profesional de la región. De otro lado, el día 29, el Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao, donde el SENAMHI también forma parte, presentó oficialmente el Plan Integral de Saneamiento Atmosférico (PISA) en las instalaciones de SENCICO con la concurrencia de representantes de gobiernos locales, de empresas públicas y privadas.

Por otro lado, es importante mencionar que en los próximos meses se estarán presentando algunos resultados sobre la calidad de la lluvia en la Zona Metropolitana de Lima y Callao.

2. Cuenca atmosférica Lima-Callao

La cuenca atmosférica es una región geográfica, delimitada por los obstáculos topográficos de origen natural (líneas costeras, formaciones montañosas etc.), divisiones políticas y uso de la tierra, de tal manera que dentro de ésta se modifica la circulación general de la atmósfera sobre la superficie (capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de un campo de vientos locales, diferentes del flujo de la atmósfera libre. Este campo de vientos es el responsable de los procesos de transporte y dispersión de los contaminantes del aire dentro de la cuenca.

Dentro de la implementación del Plan Nacional “A Limpiar el Aire”, el SENAMHI, en cumplimiento a lo establecido en el D.S. 074-2001-PCM sobre el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, lideró y concluyó los

trabajos de delimitación de la Cuenca Atmosférica para cada una de las 13 Zonas de Atención Prioritaria a nivel nacional reconocidas por el Decreto dentro del marco de elaboración del Diagnóstico de Línea Base, el cual contempla el monitoreo de la calidad del aire, inventario de emisiones y Estudios Epidemiológicos.

La delimitación de la Cuenca Atmosférica de la Z.M. de Lima-Callao se ha realizado en base al comportamiento de los flujos de viento locales y a las configuraciones topográficas, teniendo como límites la curva de nivel de 800 msnm y en la cuenca del Rímac la de 1000 msnm considerando el criterio de crecimiento poblacional hasta esa altitud.

En la Zona Metropolitana de Lima-Callao se ha identificado tres cuencas hidrográficas con sus respectivas microcuencas atmosféricas (ver **Figura 1**) que son las siguientes:

2.1 CUENCA DEL RÍO CHILLON

La Cuenca del río Chillón abarca los distritos de Ancón, Santa Rosa, Ventanilla, Puente Piedra, Carabaylo, Comas, zona norte-centro de San Martín de Porres, Los Olivos, Independencia y norte del distrito del Callao. Dentro de la cuenca, se configuran las siguientes microcuencas atmosféricas:

M. De Ancón: Distrito de Ancón

M. De Carabaylo: Distrito de Carabaylo

M. De Collique: Distrito de Comas

2.2 CUENCA DEL RIO RIMAC

La Cuenca del río Rímac se extiende a los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho, zona centro-sur del Callao, Carmen de la Legua Reynoso, Bellavista, La Punta, Cercado de Lima, Rímac, San Juan de Lurigancho, Lurigancho, Ate Vitarte, El Agustino, Santa Anita, Breña, Pueblo Libre, Jesús María, La Victoria, San Luis, Lince, La Perla, San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, San Borja, La Molina, Miraflores, Surquillo, Santiago de Surco, Barranco, Chorrillos, San Juan de Miraflores y zona noroeste del distrito de Villa María del Triunfo. Las microcuencas atmosféricas que han sido determinadas son:

M. de San Juan de Lurigancho: Distrito de San Juan de Lurigancho.

M. De Huaycoloro: Distrito de Lurigancho

M. De Huaycán: Distrito de Ate Vitarte

M. de La Molina: Distrito de La Molina

2.3 CUENCA DEL RIO LURIN

La Cuenca del Río Lurín abarca los distritos de Cieneguilla, Pachacamac, V. María del Triunfo, Villa El Salvador, Lurín, noroeste de Punta Hermosa, considerando las microcuencas de:

M. de Manchay: Distrito de Pacahacamac

M. de Portillo Grande: Distrito de Lurín

M. por I.D.: Distrito de Pacahacamac

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

3. Metodología

3.1 Contaminantes Sólidos Sedimentables

Para la presente evaluación se ha utilizado información de la red de monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) compuesta por 24 micro estaciones distribuidas en la Zona Metropolitana de Lima-Callao (**figura 1**), para lo cual se ha desarrollado el método de muestreo pasivo que se describe a continuación:

- **Fase preliminar de gabinete:** Se codifica y prepara todo el material que se lleva a campo para reemplazar las placas receptoras o de acumulación.
- **Fase de campo:** Mensualmente en cada una de las estaciones se reemplazan las placas receptoras impregnadas de contaminantes y se llevan al laboratorio para las evaluaciones respectivas.
- **Fase de laboratorio:** Por el método gravimétrico se determinan las concentraciones correspondientes a cada una de las estaciones de observación.
- **Fase de gabinete:** Involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información, salida de reportes preliminares, cuadros, mapas, gráficos y la elaboración del Boletín Mensual.

3.2 Contaminantes Gaseosos

La evaluación mensual de los gases contaminantes del aire (CO , SO_2 y O_3) 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:** Calibración según método aprobado por EPA, Operación continua de analizadores automáticos de Ozono troposférico modelo API 400A, Monóxido de Carbono API 300, Dióxido de Azufre API 100A y estación meteorológica automática Davis por el período de observación establecido. Descarga de la información in situ (downloading) mediante cable RS-232 y software API COM para analizadores y software Energy para estación meteorológica automática. Cambio de filtros cada 15 días en promedio. Inspección de fugas en la línea de ingreso de muestra.
- **Fase de gabinete:** Involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información, salida de reportes preliminares, cuadros, mapas, gráficos y la elaboración del Boletín Mensual.

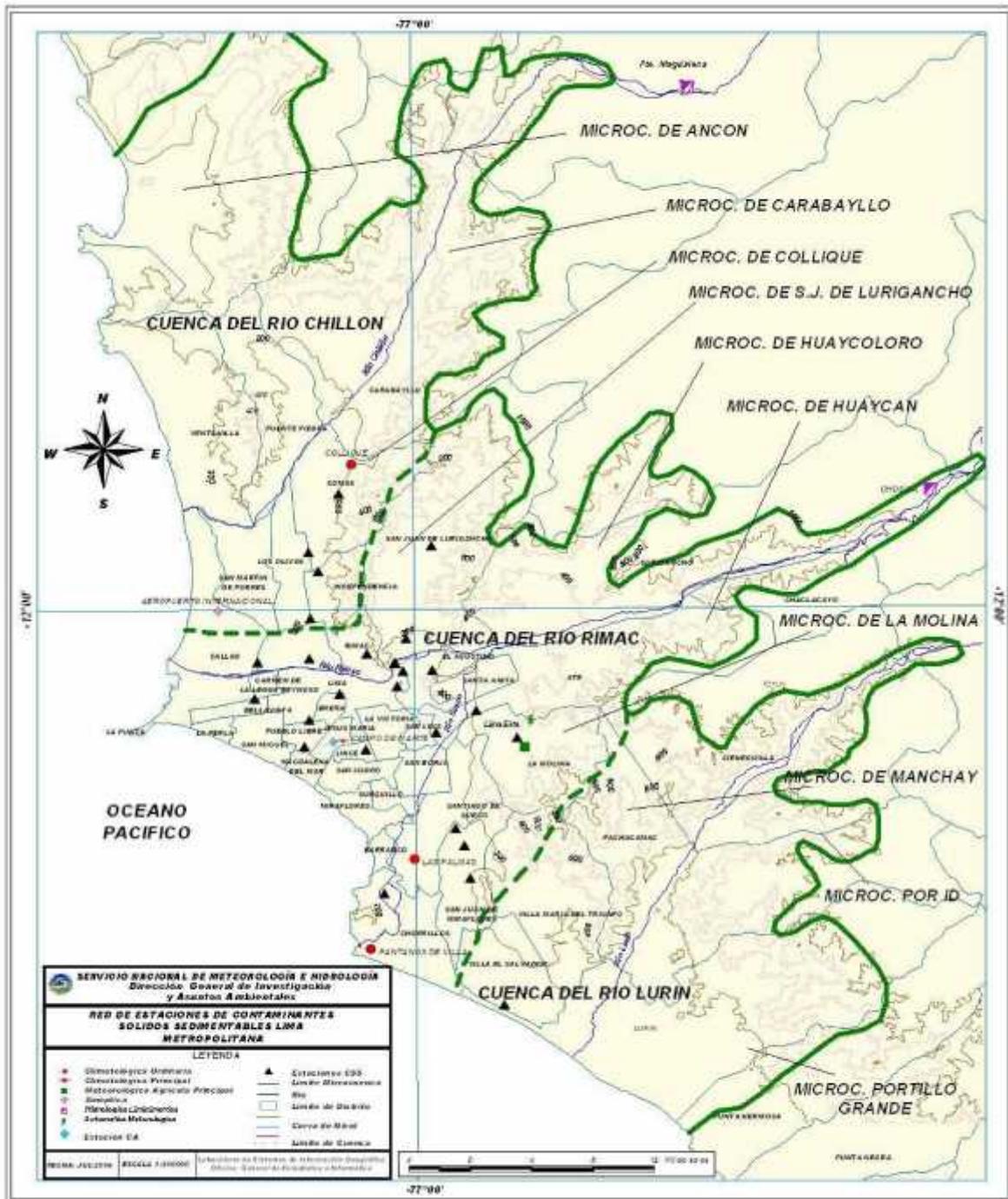


Fig. 1 - Red de estaciones meteorológicas y de contaminantes sólidos sedimentables en la Zona Metropolitana de Lima-Callao

4. Resultados del Monitoreo Ambiental

4.1 Distribución espacial de contaminantes sólidos sedimentables durante el mes de Noviembre del 2004 en la Zona Metropolitana de Lima- Callao.

En la **figura 1** se presenta la red de contaminantes sólidos sedimentables (CSS). Durante el presente mes, se recopiló información de 22 estaciones de muestreo,

de las cuales el 78,3% (18 estaciones) excedieron el límite referencial permisible recomendado por la OMS (5 t/km²/mes).

En la **figura 3** se muestra el análisis del comportamiento espacial de la concentración de CSS presentado en la **figura 2**. Se identifican tres centros importantes de alta concentración de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) en la Zona Metropolitana de Lima-Callao que han sido configurados como resultado de la generación in situ así como de los procesos de transporte por el viento desde otras zonas de la capital; son los siguientes: Hacia el cono norte (Cuenca del río Chillón) se observa el primero de ellos que se extiende a lo largo de los distritos de Carabaylo, Comas, Los Olivos e Independencia, con núcleo en éste último con valor de 23,0 t/km²/mes, debido al importante movimiento vehicular y al desarrollo de una actividad comercial tanto formal como informal a lo largo de la Av. Túpac Amaru, a lo que se suma la influencia del campo de vientos locales que van contribuyendo a su acumulación (**figuras 7 y 8**). El segundo centro abarca el cono centro-este (Cuenca del río Rímac y microcuenca de San Juan de Lurigancho) y comprende los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho, Chaclacayo, Ate-Vitarte, Santa Anita, El Agustino, y el Cercado (lado este) con núcleo identificado de 29,0 t/km²/mes, valor a su vez más alto del mes explicado en la intensa actividad industrial, comercial y la importante densidad vehicular de la zona (vía de Evitamiento). Mientras que el tercer centro ubicado en el cono sur (en la zona de intercuenca Rímac-Lurín) abarca los distritos de Villa el Salvador, Pachacamac, Lurín y Villa María del Triunfo, con núcleo en éste último equivalente a 25,5 t/km²/mes, configurado por la contribución de fuentes locales (empresas aledañas y parque automotor) y los aportes de los contaminantes transportados por los vientos desde otras zonas.

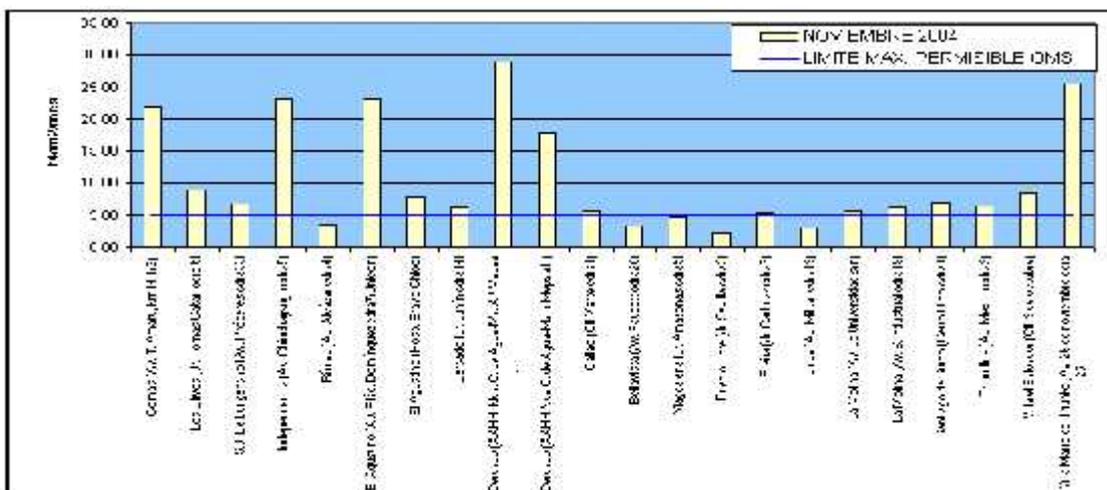


Fig. 2 - Totales mensuales de contaminantes sólidos sedimentables registrados durante el mes de Noviembre 2004 en Lima-Callao

En términos generales, con respecto al mes anterior, las condiciones de contaminación para este mes se han acentuado en la zona este de la capital y debilitado ligeramente en la zona sur; como una posible respuesta al comportamiento de los vientos que favorecieron o no la dispersión de las partículas.

La operación ininterrumpida de empresas ubicadas en las inmediaciones de áreas urbanizadas, prestas a recibir las venenosas emanaciones fugitivas de partículas en grandes cantidades, se constituye en un grave delito contra la salud pública. La comisiones multisectoriales organizadas para dar las respectivas recomendaciones a la Municipalidad de Lima respecto a la observancia del desempeño ambiental de empresas como ésta han permitido definir más claramente el panorama de contaminación y deterioro de la calidad del aire del área de influencia y por ende el de la calidad de vida de sus pobladores.

A la importante contribución de las emisiones industriales y del parque automotor, se suma el bajo índice de área verde/habitante que se registra principalmente en los conos, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda de 8 a 9 m²/habitante. El sector que comprende la estrecha franja costera y parte de aquellos distritos residenciales como San Isidro, San Borja, Miraflores, parte de Santiago de Surco y Barranco, debido a su alto índice de área verde por habitante, la presencia de los vientos que circulan paralelos a la costa y las brisas marinas que fluyen hacia el este, limitan la generación de material particulado y favorecen la dispersión por lo que no exceden el valor referencial establecido por la OMS.

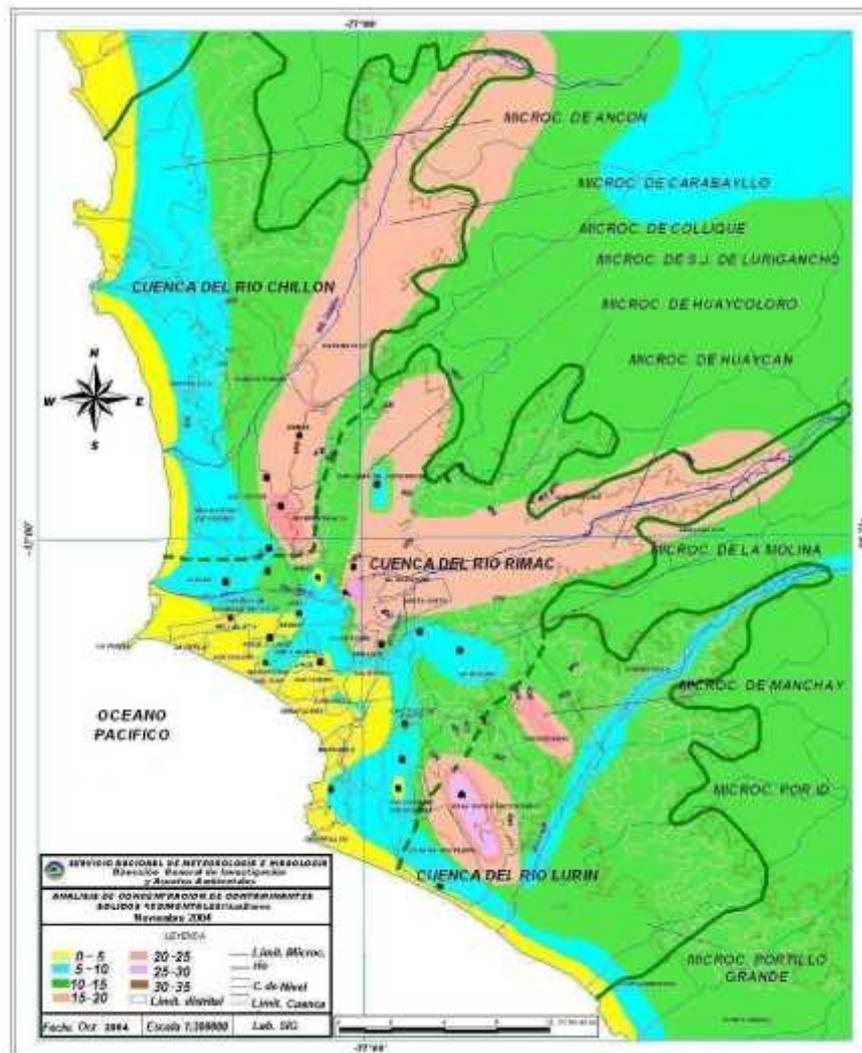


Fig.3 - Distribución espacial de la concentración de sólidos sedimentables en Lima-Callao durante el mes de Noviembre del 2004

4.2 Análisis del comportamiento del ozono troposférico durante el mes de noviembre 2004

La información registrada por el analizador modelo API 400A en la estación de calidad de aire con Sede en el SENAMHI según la **figura 4a**, muestra para el presente mes un registro máximo horario de 20,1 ppb ocurrido el día 24 a las 12:00 pm, en directa relación con la tendencia del índice de radiación ultravioleta para noviembre, donde alcanzó un máximo de 13. Las concentraciones registradas por el analizador ligeramente sobrepasan los 20ppb, siendo para esta zona y época del año, inferiores a la norma horaria más exigente correspondiente al Estado de California de 90 ppb.

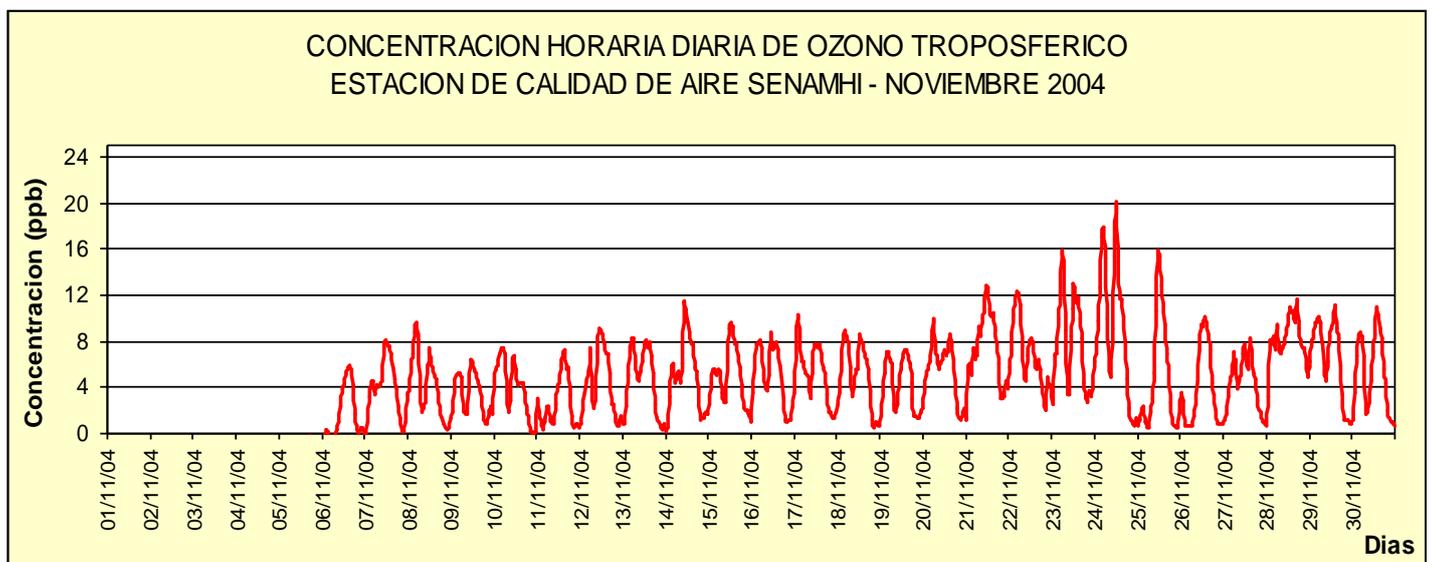


Fig. 4a – Variación temporal de la concentración de Ozono Troposférico durante el mes de Noviembre del 2004

La variación media horaria de la concentración de Ozono Troposférico se presenta en la **figura 4b**, en donde se puede observar episodios de ozono en horas de la mañana (aproximadamente entre las 3:00 a 6:00 a.m.), el valor máximo horario alcanzado a las 12:00 pm (8,9 ppb) y el valor mínimo entre las 20:00 y 22:00 horas (1,4 ppb).

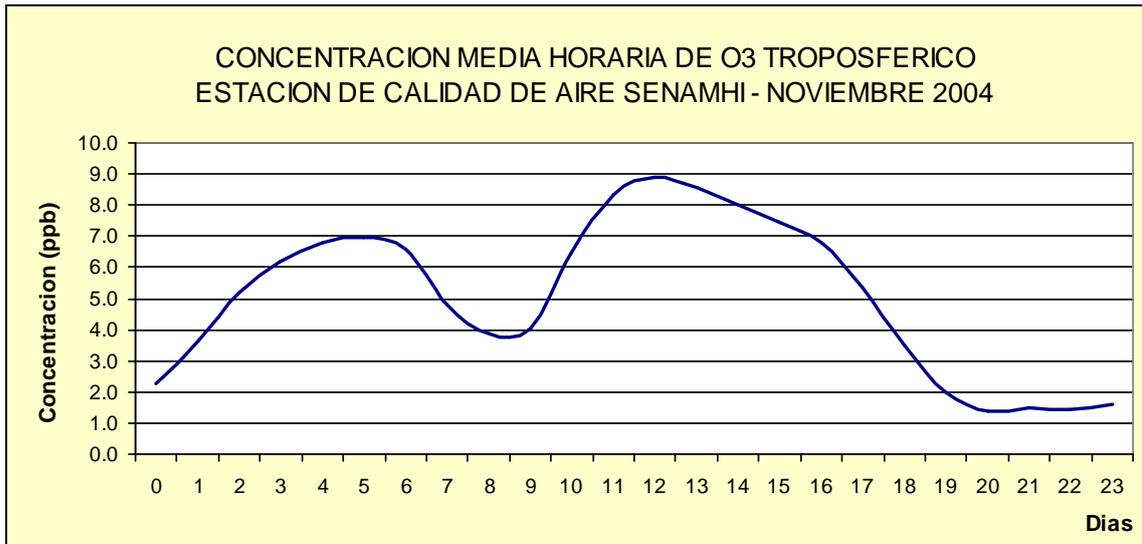


Fig. 4b – Variación media horaria de la concentración de Ozono Troposferico durante el mes de Noviembre del 2004

Asimismo el promedio de las 8 horas alcanzó un valor máximo de 12,6 ppb el día 24 a las 17 horas, representando un 21% del ECA correspondiente, establecido por el D.S. 074-PCM-2001 de 60,1 ppb (120 ug/m³). Ver **Figura 4c**

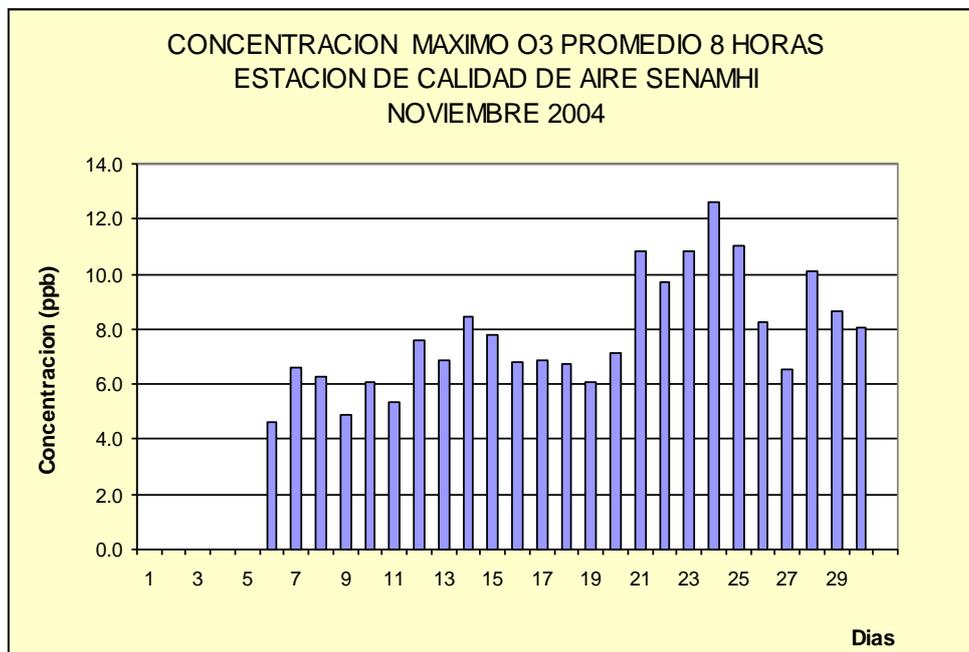


Fig. 4c – Variación máxima media para 8 horas de la concentración de Ozono Troposferico durante el mes de Noviembre del 2004

4.3 Condiciones meteorológicas durante el mes de Noviembre del 2004

Para el presente mes, el análisis de las condiciones meteorológicas horarias y diarias para la Zona Metropolitana Lima-Callao se ha basado en la información de

7 estaciones meteorológicas, convencionales y automáticas, ordenadas de norte a sur que se mencionan a continuación: Estación meteorológica automática Collique (Comas), Estación sinóptica y radiosondaje del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (Callao), estación climatológica Campo de Marte (Jesús María), estación meteorológica automática El Cercado, estación meteorológica automática Lima Este (La Molina), estación meteorológica automática Las Palmas (Santiago de Surco) y estación climatológica Pantanos de Villa (Chorrillos). Estas estaciones forman parte de la red meteorológica presentada en la **figura 1**.

4.3.1. Análisis de Temperatura y Humedad Relativa

- Del análisis de la variación temporal diaria de la temperatura (°C) y humedad relativa (%) extremas se observa lo siguiente: Los valores de la temperatura máxima fluctuaron de 16,8°C a 23,8°C ambas en la Molina y la mínima de 14,8°C (La Molina) a 18,5°C en Comas, registros que de similar forma al mes anterior van siendo cada vez superiores con condiciones primaverales ya asentadas, con algunas excepciones; con respecto a las humedades relativas, la máxima fluctuó entre 83% en los distritos de Comas y Surco, a 100% (El Cercado y La Molina), mientras que la mínima osciló entre 56% (Surco) a 94% en Chorrillos (ver **figuras 5a,b y 6a,b**). Durante el mes de noviembre, las condiciones primaverales se han fortalecido en la última quincena, con presencia de brillo solar hacia el mediodía y extendiéndose hacia horas de la tarde.
- Con respecto al análisis horario de la información, los valores mínimos de la temperatura del aire se registraron de manera predominante entre las 5:00 y 6:00 am mientras que las máximas se presentaron alrededor de las 13:00 y 15:00 hrs. Con respecto a las humedades relativas, la máxima se registró en forma muy variable pero predominantemente en los rangos de 4:00 a 5:00 am; similar comportamiento se presentó en las mínimas con registros entre las 12:00 y 17:00 pm.
- En cuanto al análisis de las temperaturas mínimas de las estaciones indicadas, el día más frío del mes en la Zona Metropolitana de Lima-Callao fue el primero de noviembre con una media de 15,9°C, registro superior al mes anterior; mientras que el día más cálido correspondió al 4 de los corrientes con un valor medio de 22,8°C. Los registros de humedad relativa promedio señalaron que durante este mes la atmósfera limeña no estuvo saturada de humedad en términos relativos ($\geq 98\%$) y que el día de menor saturación fue el día 4 de noviembre, coincidente con el día más cálido.

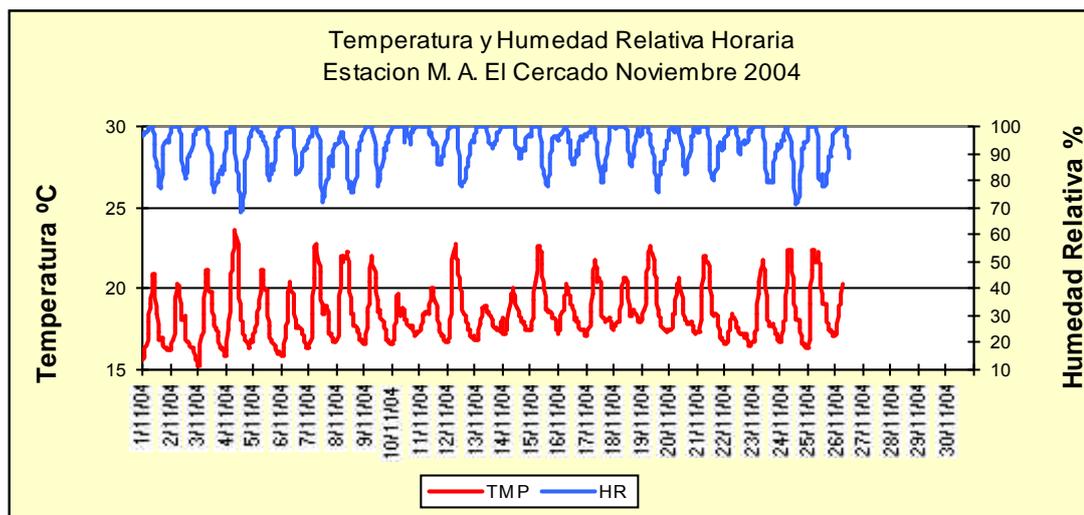
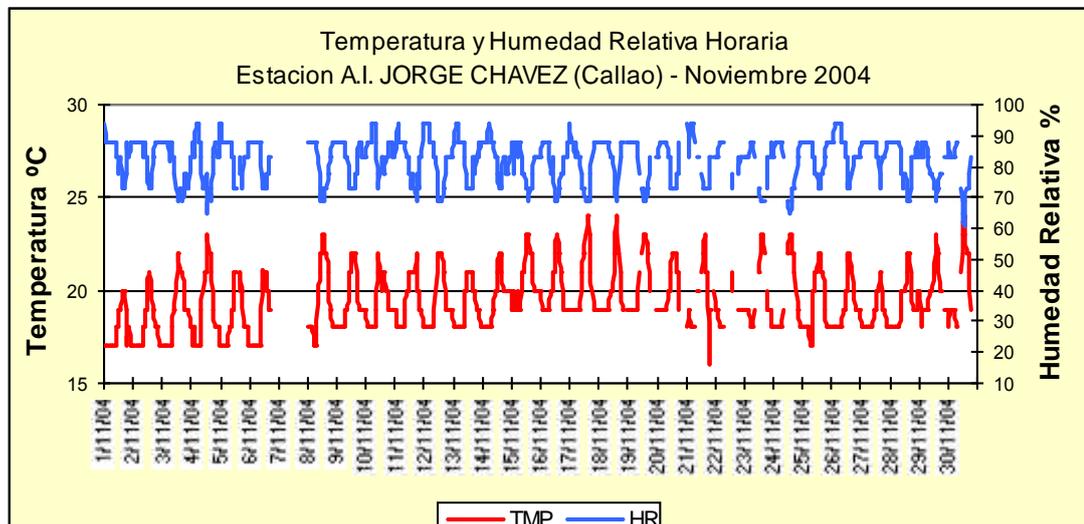
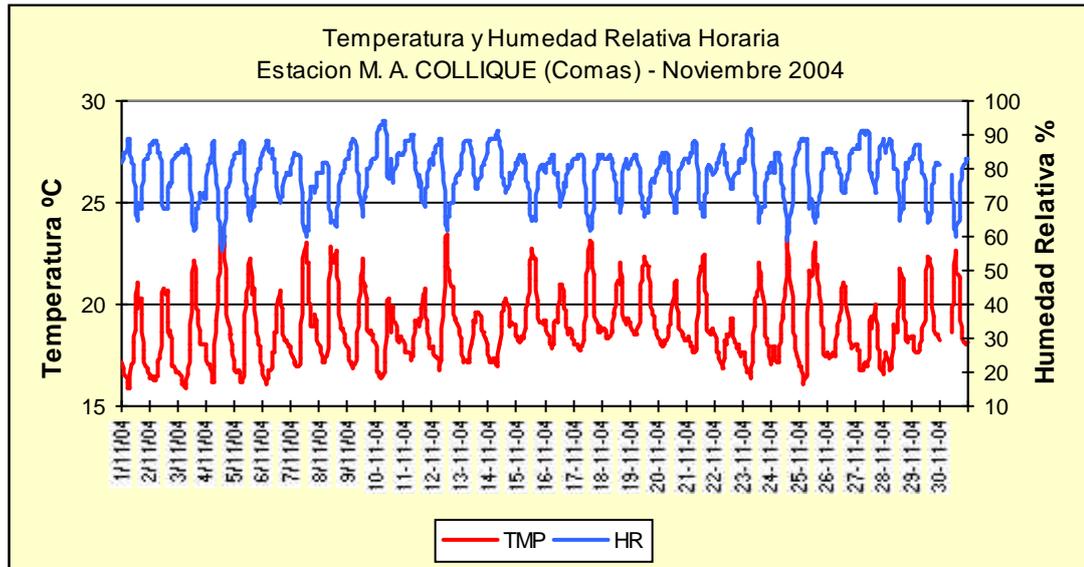


Fig.5a .- Variación horaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de Noviembre del 2004 en Comas, El Callao y El Cercado

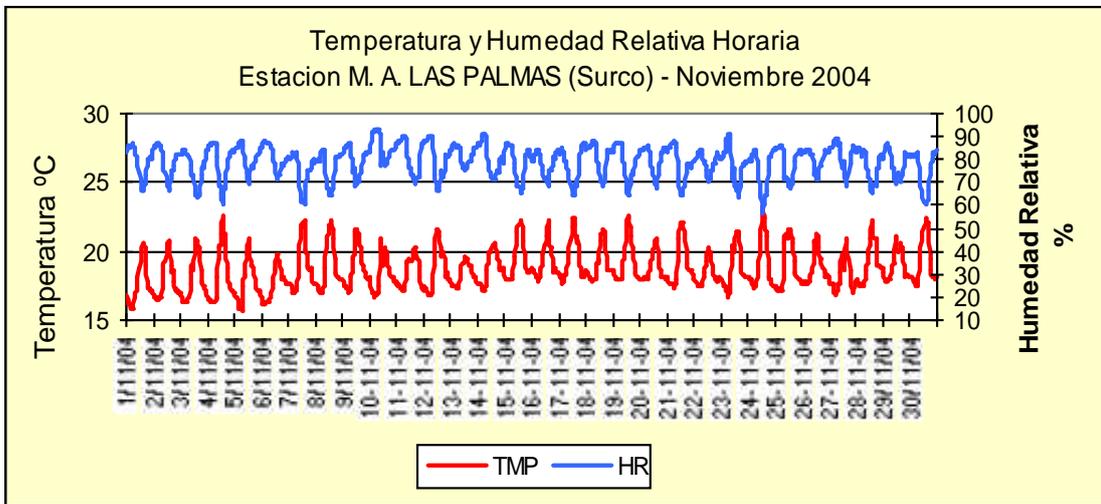
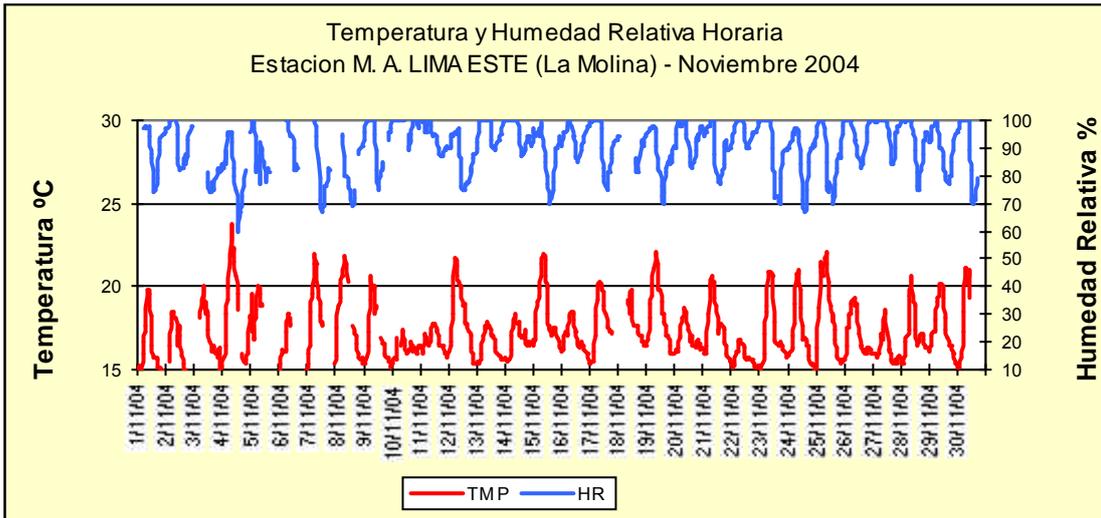


Fig.5b .- Variación horaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de Noviembre del 2004 en La Molina y Surco

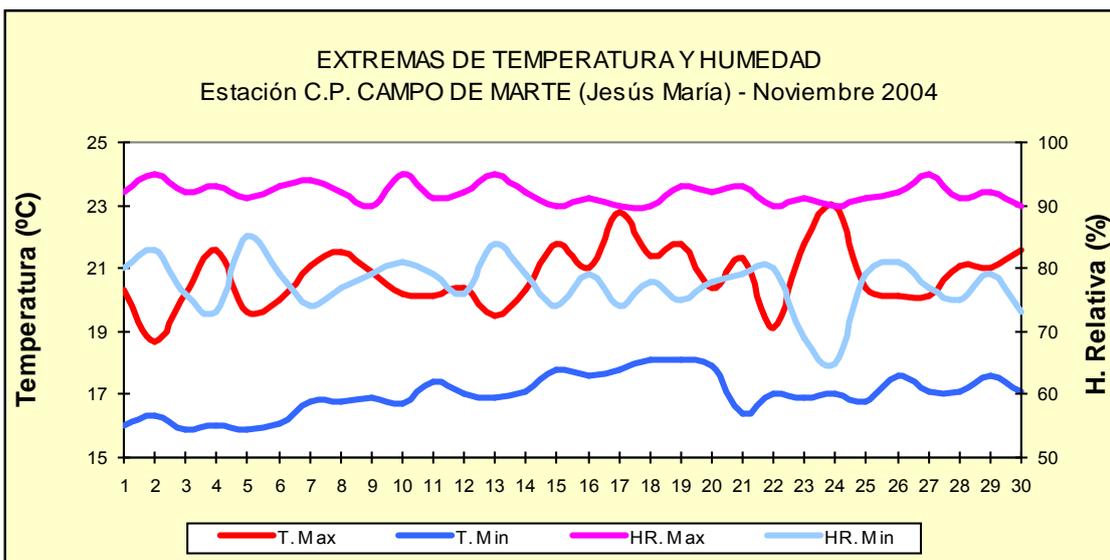


Fig.6a .- Variación diaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de Noviembre del 2004 en Jesús María

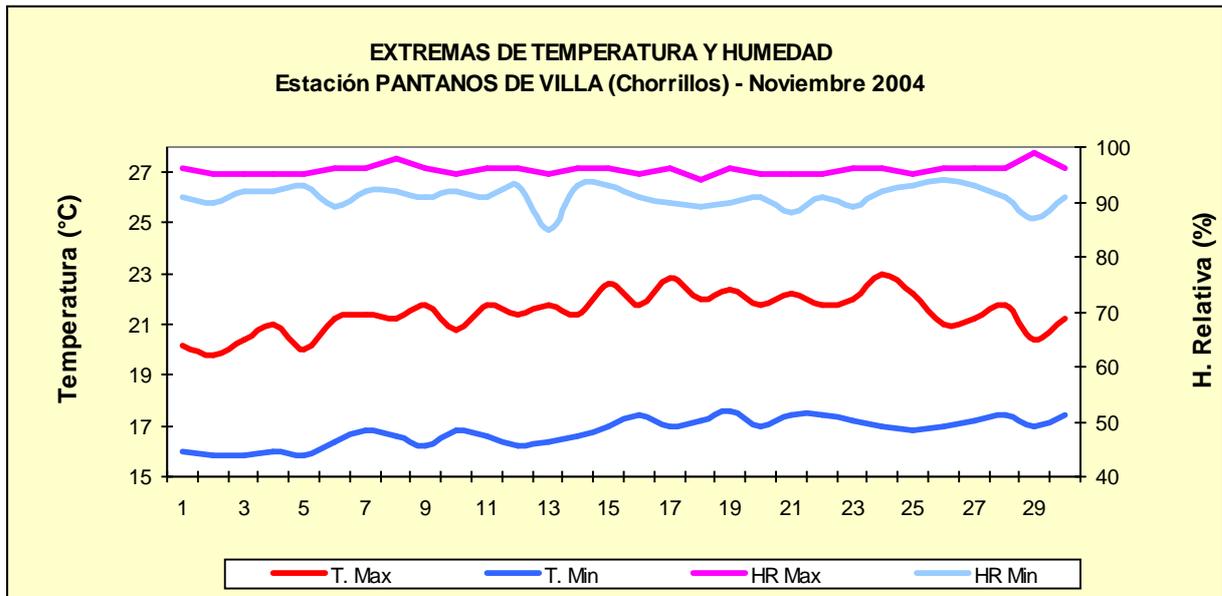


Fig.6b .- Variación diaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de Noviembre del 2004 en Chorrillos

4.3.2 Análisis del viento superficial en la Zona Metropolitana de Lima-Callao durante el mes de Noviembre del 2004.

El análisis de la información horaria de viento superficial (velocidad, dirección y frecuencia) correspondiente a noviembre presentado en las **figuras 7 y 8** para el día (07:00 – 18:00) y la noche (19:00 – 06:00) es el siguiente:

- Durante el día (7:00 a 18:00 horas), los distritos de El Cercado y Jesús María presentaron vientos de intensidad débil (2,1m/s) con direcciones provenientes del SSW y SW (41 y 40%) y del SW (64%), respectivamente. Intensidades moderadas se registraron hacia el norte (Comas), hacia el litoral costero (Callao) y sur de la ciudad (Surco y Chorrillos) con direcciones provenientes del SW y SSW (56 y 21%), S y SSW (47 y 21%), S y SSW (33 y 26%) y del S y SW (64 y 34%), respectivamente. Hacia el lado este (La Molina), predominaron vientos fuertes del WNW y W (50 y 40%).
- Durante la noche (19:00 a 6:00 horas) los vientos presentaron intensidades débiles en los distritos de Jesús María y El Cercado con direcciones SW y E (55 y 38%) y del SSW y SW (39 y 33%). En comas se presentaron vientos de débiles a moderados con direcciones SW y SSW (42 y 20%), respectivamente. Hacia el litoral costero (Callao) y Sur de la ciudad (Surco), las intensidades fueron moderadas con direcciones S y SSE con frecuencias 59 y 31% y de 53 y 22%, respectivamente. Intensidades fuertes se registraron en los distritos de la Molina y Chorrillos con direcciones WNW y W (28 y 21%) y del SW (100%).

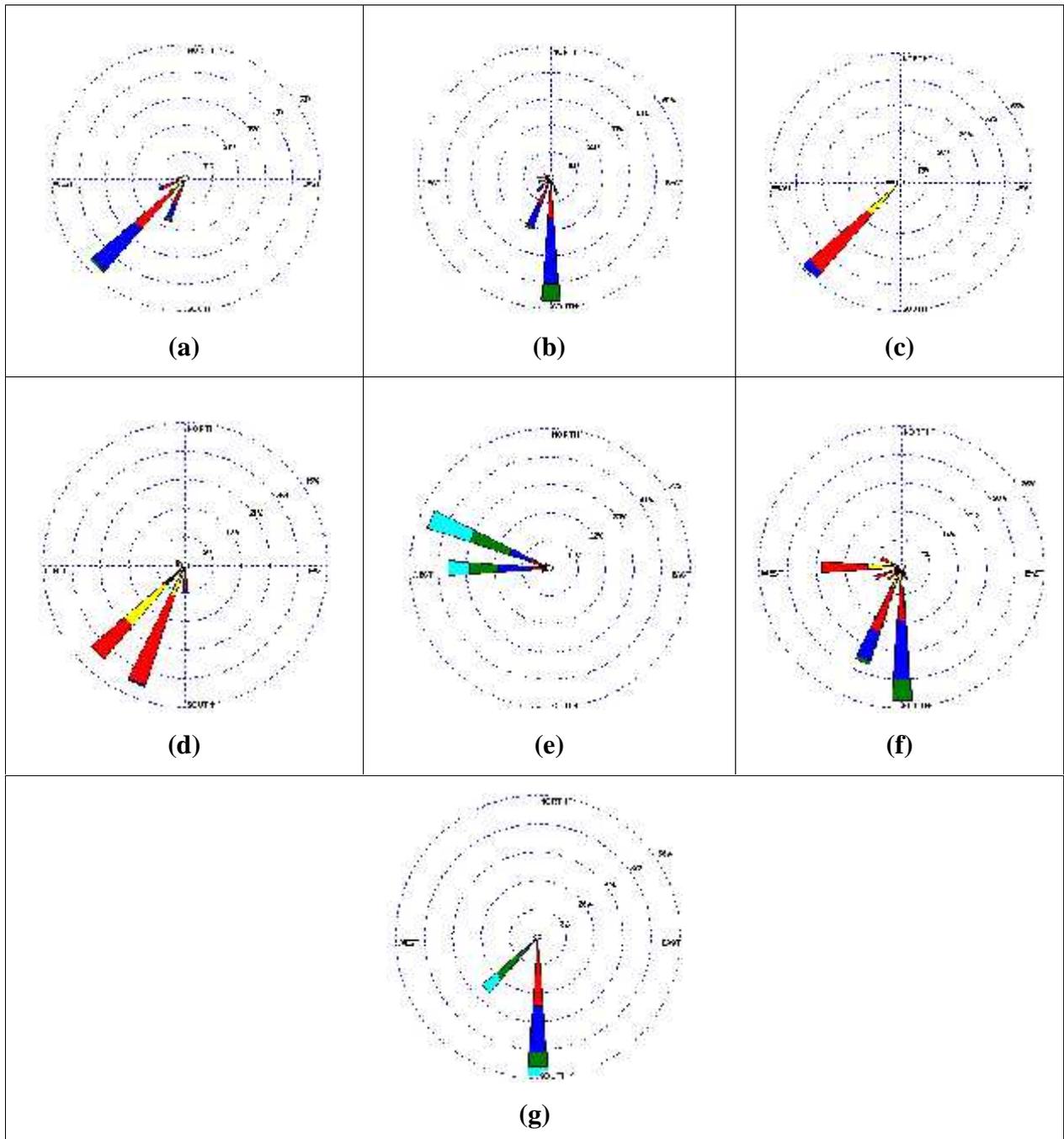


Fig.7 – Rosas de viento (m/s) diurnas de las estaciones de (a) Comas, (b) Callao, (c) Jesús María, (d) El Cercado, (e) La Molina, (f) Santiago de Surco y (g) Chorrillos

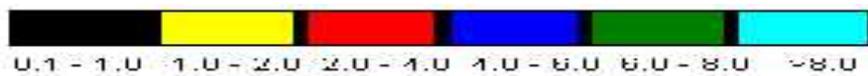
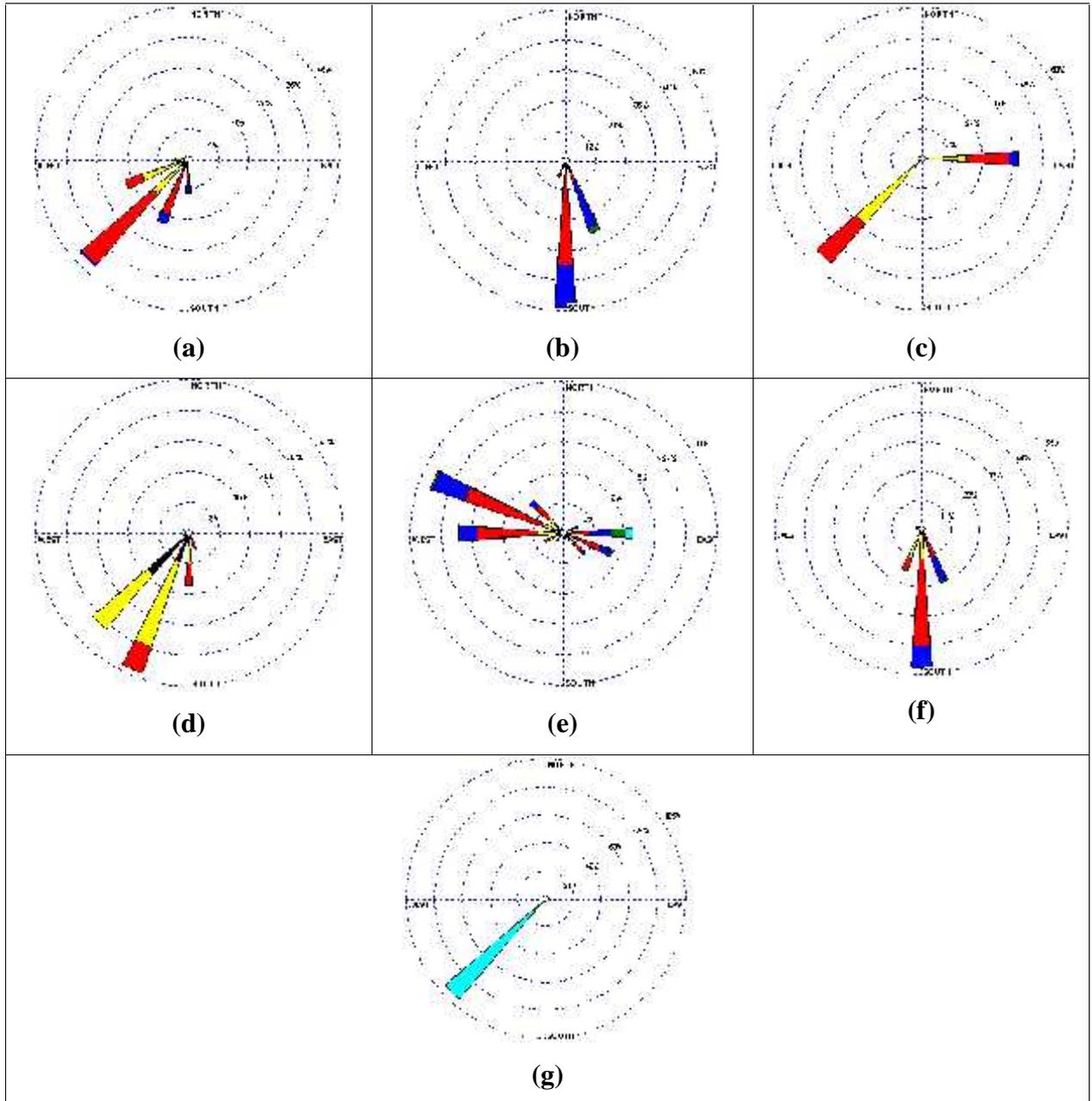


Fig. 8 – Rosas de viento (m/s) nocturnas de las estaciones de (a) Comas, (b) Callao, (c) Jesús María, (d) El Cercado, (e) La Molina, (f) Santiago de Surco y (g) Chorrillos

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

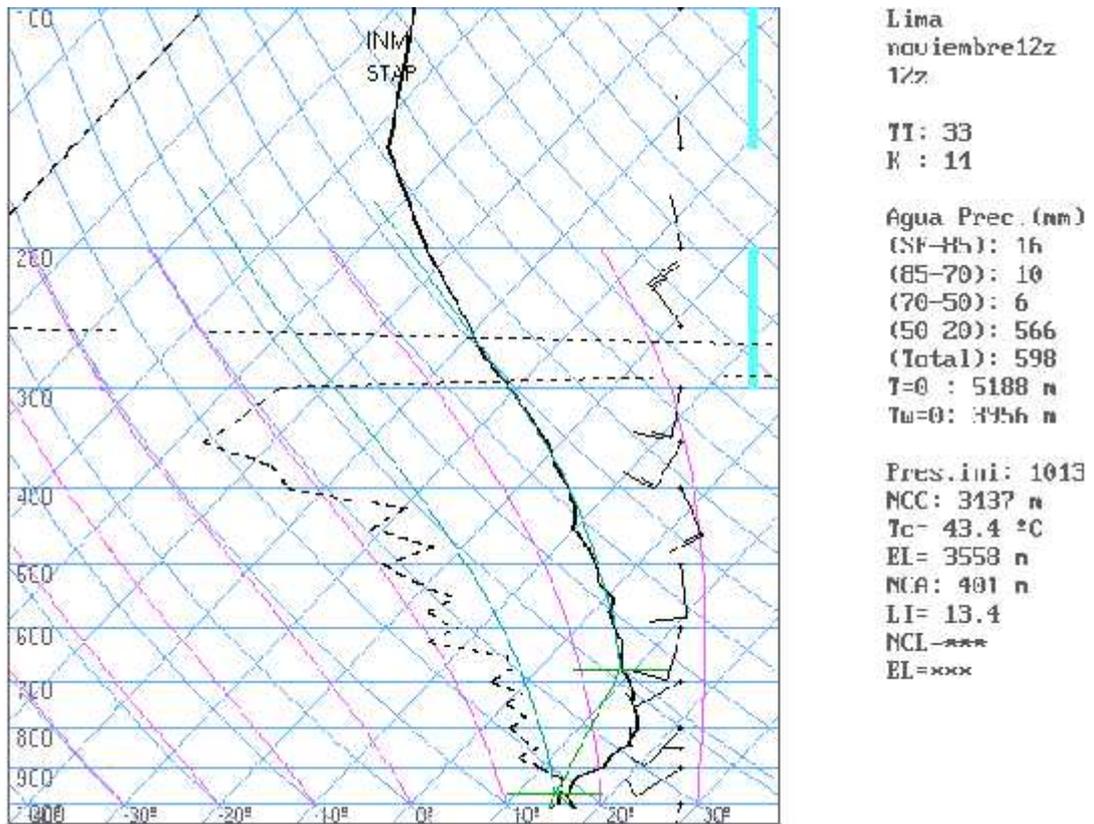


Fig. 9. - Radiosondaje mensual promedio durante el mes de Noviembre del 2004 (Aeropuerto Internacional Jorge Chávez)

En la **figura 9** se muestra el sondaje meteorológico promedio para el mes de noviembre. Del análisis realizado, se observó que la capa de inversión térmica en la costa central de Perú estuvo presente durante los 13 días en que se realizaron observaciones, con características descritas en el **Cuadro N° 1**.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	MÁXIMO		MÍNIMO		PROMEDIO
Espesor	metro	1119	día 09	112	día 16	516,7
Altura Base	metro	1344	día 10	293	día 04	868,1
Altura Tope	metro	2006	día 09	783	día 15	1377,4
T Base	° C	18,4	día 5	10,6	día 10	12,9
T Tope	° C	20,6	día 4	15,0	día 15	17,9
Gradiente	°C / metro	6,4	día 16	0,4	día 14	1,3
H.R. Base	%	99	días 18	67	día 7	89,5
H.R. Tope	%	67	día 25	5	día 1	47,8

Desde superficie hasta nivel de 600 hPa los vientos presentaron direcciones predominantes del SW con intensidades de hasta 10 m/s. Entre los 600 hPa a 300 hPa los vientos fluctuaron desde SW hasta SSW con intensidades de

10 a 15m/s; desde los 300 hPa hacia niveles superiores, los vientos fueron del NW con intensidades de hasta 25m/s.

Para este mes, en promedio, la altura de la base de la Inversión fue de 868,1 m y su intensidad correspondió a 1,3°C. Bajo estas condiciones, en términos generales se presentó un estado regular de calidad del aire para amplias áreas de la capital, con intensificación en las zonas críticas.

5. Conclusiones

Para el mes de noviembre, el análisis de la variación espacial de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la Zona Metropolitana de Lima – Callao delinea la conformación de tres centros de altos niveles de concentración de éstos: El primero de ellos está ubicado al norte de la ciudad con un valor de 23,0 t/km²/mes; el segundo, con el valor más alto del mes, ubicado hacia la zona centro-este, con un valor de 29,0 t/km²/mes y el tercero, hacia el cono sur, equivalente a 25,5 t/km²/mes; en la mayor parte de los distritos cercanos a la costa no se sobrepasa el valor referencial.

Respecto al mes anterior, las condiciones de contaminación se han acentuado con una mayor cantidad de estaciones (78%) que superan el nivel referencial establecido por la Organización Mundial de la Salud, de 5 t/km²/mes.

En cuanto a los contaminantes gaseosos, el valor máximo del Ozono troposférico fue de 20,1 ppb, registrado hacia el mediodía y su máximo para 8 horas fue de 12,6 ppb, representando un 21% del ECA correspondiente establecido por el D.S. 074-PCM-2001 de 60,1 ppb (120 ug/m³).

Con respecto a las temperaturas y humedades relativas extremas promedio, el día más frío del mes en la Zona Metropolitana de Lima-Callao fue el primero de noviembre con una media de 15,9°C; en promedio la atmósfera limeña no estuvo saturada de humedad durante este mes y el día menos saturado fue el 4 de noviembre que a su vez correspondió al día más cálido del mes (22,8 °C).

En cuanto al comportamiento del viento superficial, durante el día (7:00 a 18:00 horas), las intensidades fueron desde débiles a fuertes, pero de carácter moderado en la mayor parte de las estaciones con una velocidad media de 3,6 m/s. Durante la noche (19:00 a 6:00 horas) las intensidades de los vientos fueron desde débiles en los distritos de El Cercado y Jesús María con direcciones SSW y SW (39 y 33%) y del SW y E (55 y 38%) a fuertes en los distritos de la Molina y Chorrillos con direcciones WNW y W (28 y 21%) y del SW al 100%, respectivamente.

Para este mes, en promedio, la altura de la base de la Inversión fue de 868,1m y su intensidad correspondió a 1,3°C. Bajo estas condiciones, en términos generales se presentó un estado regular de calidad del aire para amplias áreas de la capital, con intensificación en las zonas críticas.