MARZO 2017
Vol. 17 – N° 03

Boletín Mensual Vigilancia de la Calidad del Aire

Lima Metropolitana

Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO –MARZO2017

I. CONDICIONES METEOROLÓGICAS SINÓPTICAS Y LOCALES

Se realiza la evaluación de las condiciones sinópticas (salidas de re análisis de NCEP y NOAA) y meteorológicas locales tanto de superficie como de 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 monitoreo automático en la cuenca atmosférica de Lima - Callao.

Las condiciones meteorológicas sinópticas durante el mes de marzo mostraron el comportamiento del anticiclón del pacífico suroriental con intensidades variando entre 1015 y 1030.5 hPa con una media sinóptica de 1022.5 hPa en los 35°S y 96°W, al sur de su posición normal y con anomalías variando entre -2 y 1 hPa. en latitudes tropicales y entre -7 y +9 hPa en altas latitudes del S y SW. La temperatura superficial del mar (TSM) presentó condiciones normales y anomalías de +1 °C en latitudes tropicales y +1 °C en altas latitudes del S y SW. Todas estas condiciones ocasionaron en conjunto que durante el mes, los vientos superficiales en la costa central de Perú, varíen con mayor frecuencia entre moderados y fuertes; y con menor frecuencia vientos débiles, con un afloramiento marino activo y una inversión térmica registrada a la 07:00 a.m., valores promedios de altura de su base a 581.7 m.s.n.m., espesor de 224.3 m y gradiente térmico de 0.8 °C/100m (**Cuadro N° 1** y **Fig. N° 3)** estableciendo unas condiciones débilmente estables.

La nubosidad estratiforme baja (base < 500 m.s.n.m.) (Fig. N° 1) inició su gradual incremento dentro del ciclo anual, lo que a su vez causó que los días de insolación sean cada vez menores con respecto al mes de febrero, y de menor intensidad a causa de la migración del sol hacia el hemisferio norte. La presencia de nubosidad media y alta inició su gradual decremento, como consecuencia de la gradual disminución de trasvases de masas de aire húmedo desde la Amazonía.

Las condiciones descritas contribuyeron a que la temperatura media del aire presente en la ciudad capital, un valor de 21.0 °C el día 29 de marzo (día más frío) y de 31.1 °C el día 10 de marzo (día más cálido). Asimismo, la humedad relativa media fue de 93 % los días 03, 12 y 18 de marzo (días más húmedos) y de 46% el día 10 de marzo (día más seco). El comportamiento promedio mensual de estos parámetros se puede observar en la Fig. N° 2, donde se aprecia que la temperatura, con respecto al mes anterior, empezó su gradual decremento en el ciclo anual tanto en su valor máximo como en su mínimo, como consecuencia de la llegada de la estación de otoño en el hemisferio sur, siendo sus valores iguales para la temperatura máxima y superiores para la temperatura mínima con respecto a la temperatura alcanzada en el mismo mes del año anterior. A su vez, la humedad relativa máxima y mínima aumento con respecto al mes anterior, manifestando las condiciones de una disminución de la temperatura.
Las condiciones descritas contribuyeron a una disminución en promedio de la concentración del PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Fig. N° 01. Nubosidad media diaria Estación Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – MARZO2017

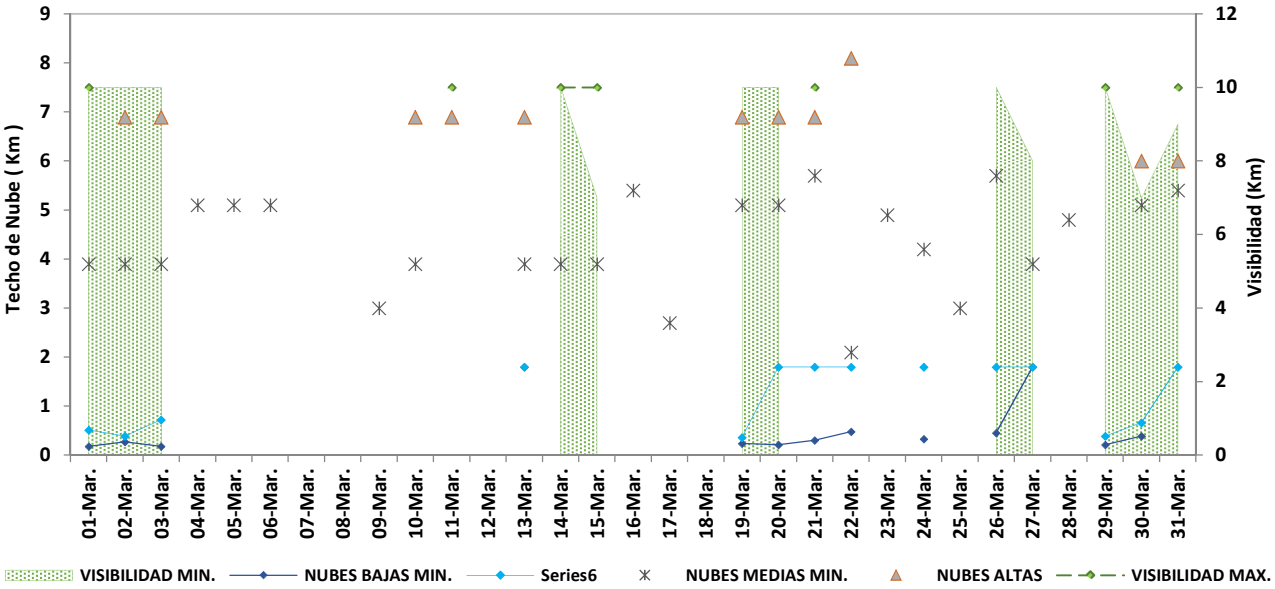
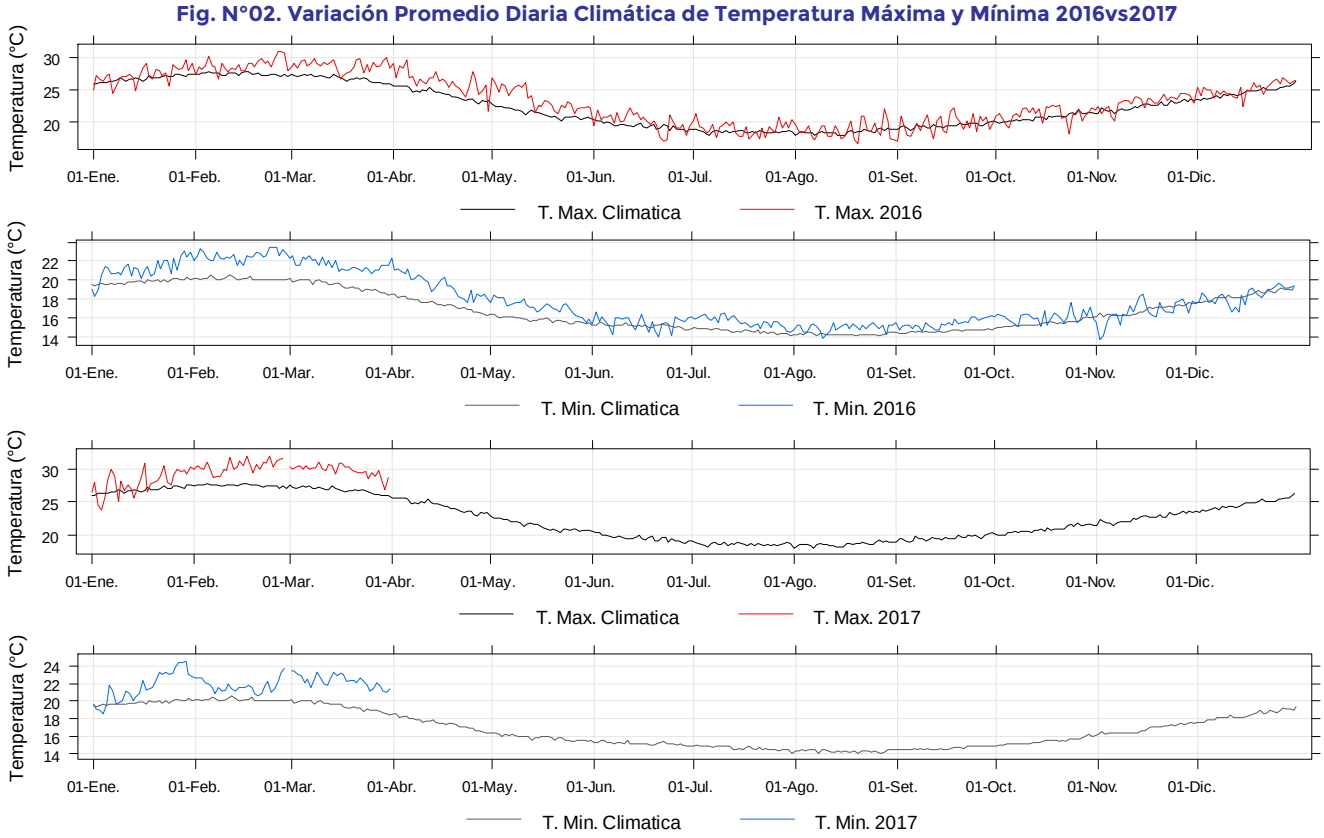


Fig. N°02. Variación Promedio Diaria Climática de Temperatura Máxima y Mínima 2016vs2017

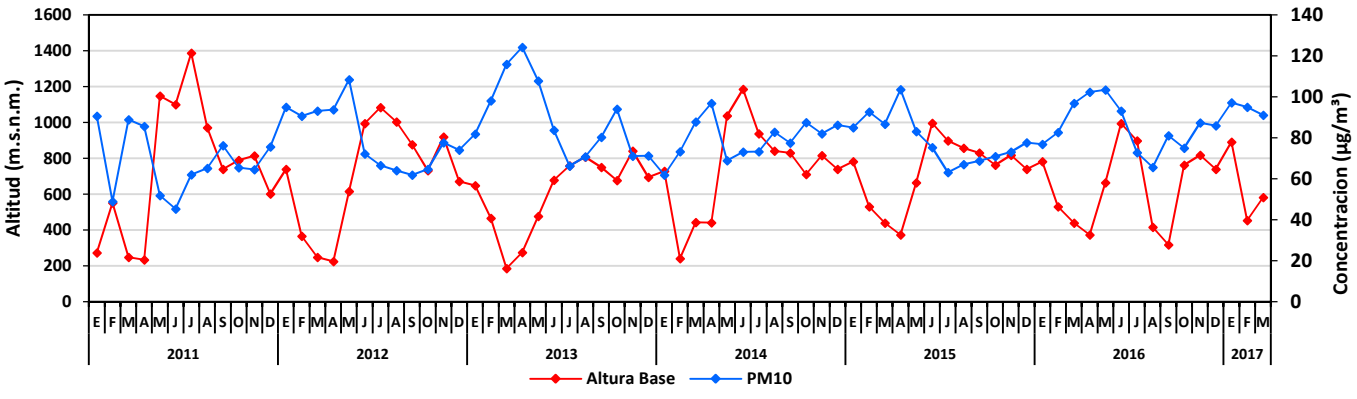


La Fig. N°02, muestra la comparación de las temperaturas medias máximas y mínimas climáticas de años normales periodo (1980-2014) en base a los registros de las estaciones Aeropuerto internacional Jorge Chávez (Callao), Campo de Marte (Jesús María) y Alexander Von Humboldt (La Molina), con los periodos 2016 y lo que va del año 2017. En la gráfica se evidencia anomalías climáticas positivas de las temperaturas máximas y mínimas con respecto a su media climática, habiendose registrado el día 10 una temperatura máxima media de 31.1°C, con anomalia de 3.9 y mínima media de 21°C el día 30 de marzo con anomalía de 2.4°C. Estas alteraciones están asociadas con el ligero fortalecimiento del anticiclón del pacifico sur oriental, de los vientos costeros del sur, del afloramiento costero y anomalías positivas de la temperatura superficial del mar frente a la costa occidental de Perú, donde muestra una tendencia a la normalización.

Cuadro N° 1: Características de la Capa de Inversión Térmica, aeropuerto internacional Jorge Chávez (07: 00 Hora Local), Costa Central de Perú – MARZO 2017

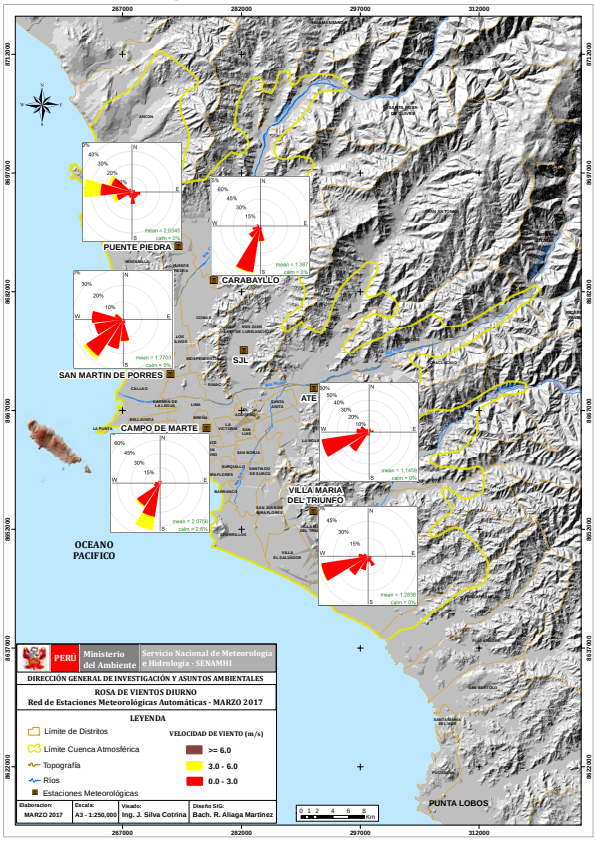
PARAMETRO	UNIDAD	MAXIMO		MINIMO		PROMEDIO
Espesor	m	426.0	Marzo	37.0	Marzo	235.5
Altura Base	m	5566.0	Marzo	86.0	Marzo	454.5
Altura Tope	m	5673.0	Marzo	165.0	Marzo	690.0
T Base	°C	23.3	Marzo	-6.1	Marzo	20.3
T Tope	°C	24.6	Marzo	-3.7	Marzo	22.0
Gradiente	°C/100 m	2.5	Marzo	0.2	Marzo	0.8
H.R. Base	%	100.0	Marzo	64.0	Marzo	92.3
H.R. Tope	%	100.0	Marzo	53.0	Marzo	64.1

Fig.03 Capa de Inversión Térmica Histórico vs PM_{10} mensual – Lima Metropolitana

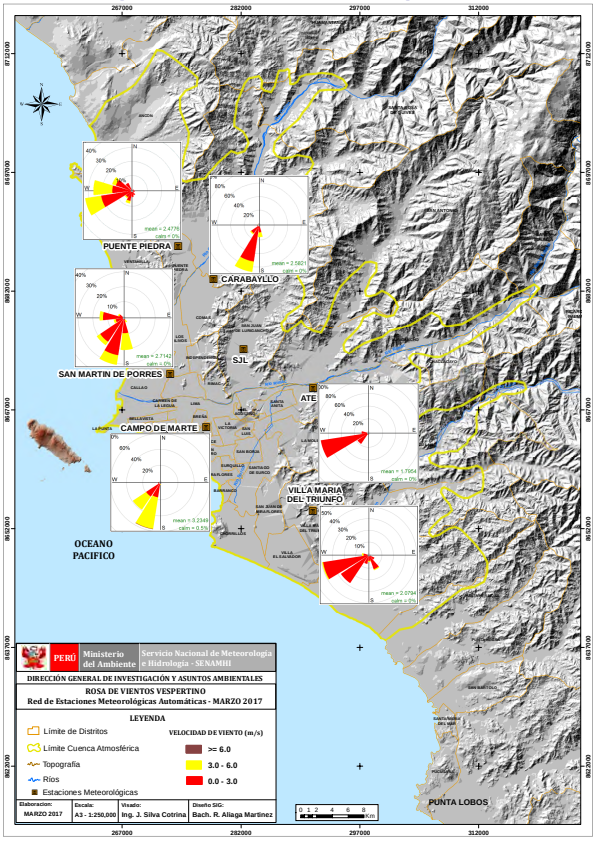


En la **Fig.03** se observa el comportamiento historico de la altitud de la base de la capa de inversion que es directamente proporcional al nivel de dispersion atmosferica, es decir, a menor altura de la base de la capa, menor la dispersion de los contaminantes en la vertical, ocasionando un transporte y dispersión horizontal en dirección este y noreste. Se observa también que, la base de la capa de inversión, entre los meses de verano y otoño del Hemisferio sur (Febrero, Marzo y Abril) alcanza los mínimos valores de altitud: Esto influye que en las estaciones de Verano y Otoño, las concentraciones de los contaminantes particulados alcancen los niveles más altos dentro del ciclo anual, para luego gradualmente descender hacia la estación fría (Junio, Julio y agosto) a medida que la base de la inversión se incrementa en altitud.

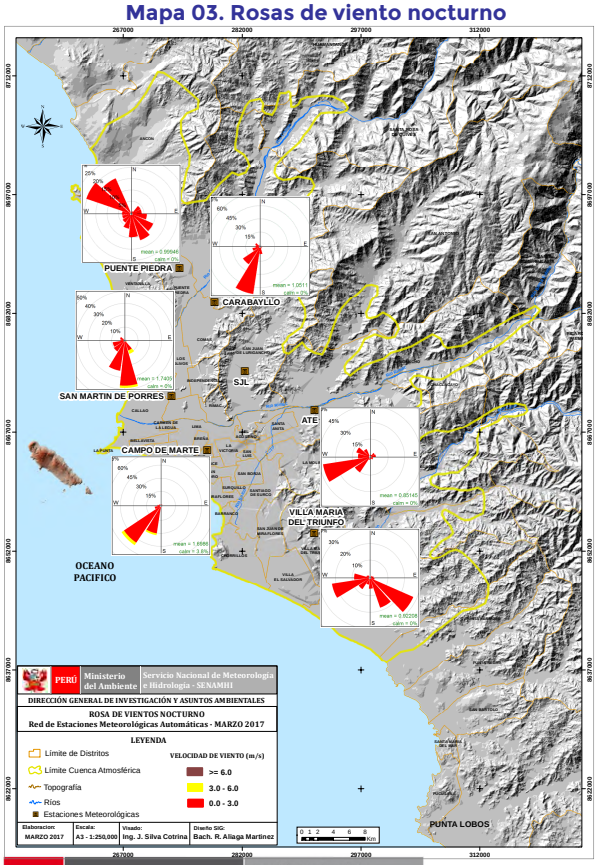
Mapa 01. Rosas de viento diurnas



Mapa 02. Rosas de viento vespertino



Mapa 03. Rosas de viento nocturno



En los Mapas 01, 02 y 03 se aprecia que, en promedio, predominó el transporte horizontal en dirección Norte, Noreste y este, río arriba por las microcuencas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, con flujos de vientos locales entre débiles a moderados en horas de la mañana; moderados a fuertes en horas de tarde; y vientos débiles durante la noche, debido a lapersistente estabilidad atmosférica que limita la dispersión vertical

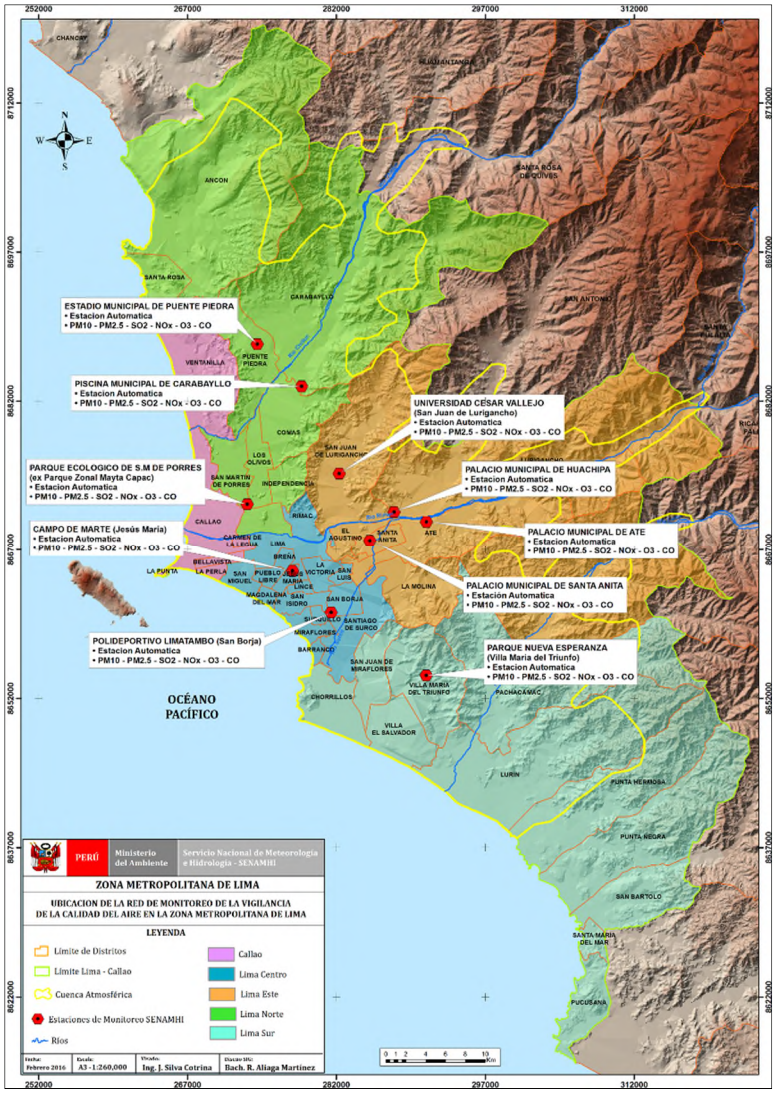
II. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES PRIORITARIOS DEL AIRE EN LIMAMETROPOLITANA.

A continuación, se presenta los resultados del comportamiento, dentro del ciclo horario y diario, de los contaminantes gaseosos y material Particulado de la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire en Lima Metropolitana.

El **Mapa 04.** Corresponde a la ubicación de la red de estaciones de Vigilancia de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Lima - Callao, implementada por el SENAMHI y que monitorea de manera continua los seis más importantes contaminantes del aire, como muestra cada una de las estaciones. Las estaciones están localizadas en la cuenca atmosférica Lima-Callao que ha sido dividida en zonas, como se detalla a continuación:

Cuadro N° 2, Ubicación de Estaciones

ZONA	UBICACION
Lima Norte	Lima Norte 1: San Martin de Porres
	Lima Norte 2: Carabayllo
	Lima Norte 3: Puente Piedra
Lima Centro	Lima Centro 1: San Borja
	Lima Centro 2: Campo de Marte (Jesús María)
Lima Este	Lima Este 1: Ate
	Lima Este 2: Santa Anita
	Lima Este 3: Huachipa
	Lima Este 4: Universidad Cesar Vallejo, lima este (San Juan de Lurigancho)
Lima Sur	Lima Sur 1: Villa María del Triunfo



Mapa 04. Ubicación de la Red de estaciones de Monitoreo de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana

Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de Aire

Es la medida que establece el grado o nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, en su condición de cuerpo receptor (Aire), que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente

Cuadro N° 3, ECAs de Aire

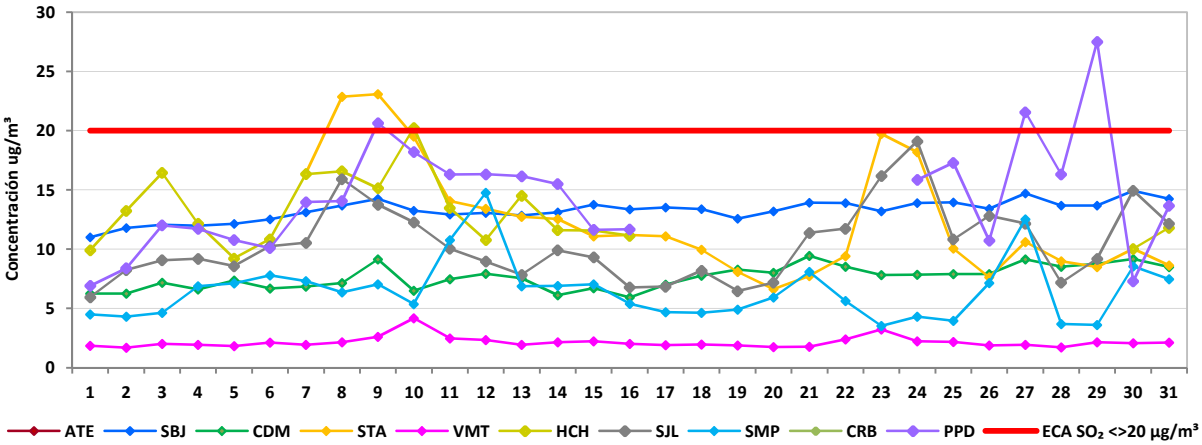
CONTAMINANTE	FRECUENCIA	ECA
Material Particulado menor de 10 micras - PM_{10}	24 horas (día)	150 µg/m³
Material Particulado menor de 2.5 micras - $PM_{2.5}$	24 horas (día)	25 µg/m³
Dióxido de Azufre - SO_2	24 horas (día)	20 µg/m³
Dióxido de Nitrógeno - NO_2	1 hora	200 µg/m³
Ozono Superficial - O_3	8 horas	120 µg/m³
Monóxido de Carbono - CO	1 hora	30000 µg/m³

Fuente: D.S. N° 074-2001-PCM, D.S N° 003-2008-MINAM

2.1. CONTAMINANTES GASEOSOS

2.1.1. DIOXIDO DE AZUFRE (SO2)

Fig. N° 04. Variación diaria de SO_2 - Estaciones Puente Piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martin de Porres (SMP), Campo de Marte (CDM), San Borja (SBJ), Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), y Villa María del Triunfo (V.M.T.) – MARZO 2017

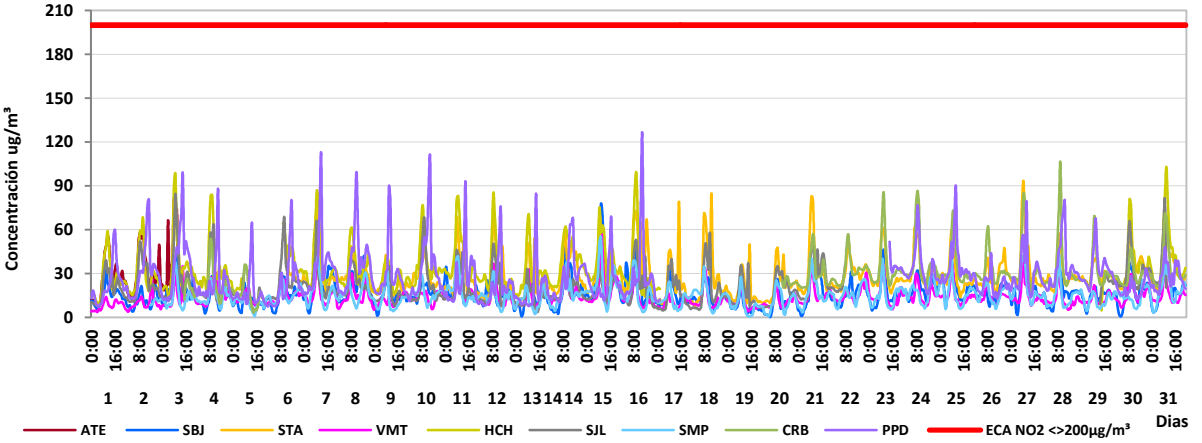


En la **fig.04** se observa la variacion diaria de Dioxido de Azufre en el mes como se detalla a continuacion:

- **Lima Este 2: Santa Anita**, la maxima diaria se dio el jueves 9 con 23.1 µg/m³, equivalente al ECA en 116% y **se supero el estandar en 2 dias de los 25 monitoreados.**
- **Lima Norte 3: Puente Piedra**, la maxima diaria se dio el lunes 27 con 27.5 µg/m³ equivalente al ECA en 138%, **se supero el estandar en 3 dias de los 24 monitoreados.**En el resto de estaciones las concentraciones de SO_2 fueron menores al ECA.

2.1.2. DIOXIDO DE NITROGENO (NO_2)

Fig. N° 05. Variación horaria de NO_2 – Estaciones Puente Piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martin de Porres (SMP), Campo de Marte (CDM), San Borja (SBJ), Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), y Villa María del Triunfo (V.M.T.) – MARZO 2017

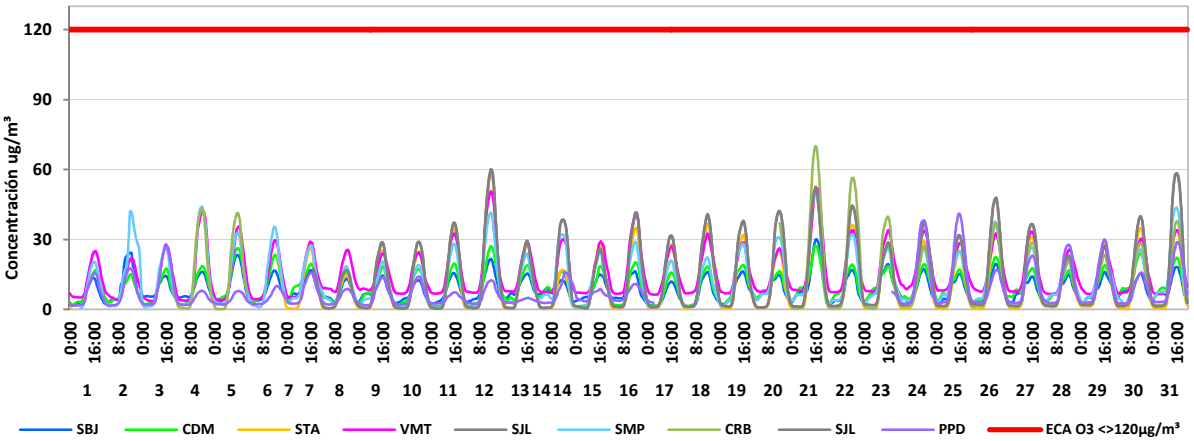


En la **fig.05** se aprecia la variacion horaria de Dioxido de Nitrogeno en el mes, como se detalla a continuacion:

- **Lima Este 1: Ate**,oscilo principalmente en el rango de 21 a 39 µg/m³, pero con una maxima horaria de 81.4 µg/m³ que equivale al 41% del ECA y se dio el viernes 3 a las 8:00 horas; no se superó el estandar en el mes.
- **Lima Este 3:Huachipa,** oscilóprincipalmente en el rangode 23 a 38µg/m³, pero con una máxima horaria de 103µg/m³, que equivale al 52%del ECA y se dio el viernes 31a las 10:00 horas, no se superó el estandar en los dias monitoreados.
- En el resto de estaciones las concentraciones de NO_2 fueron menores y estuvieron muy por debajo del ECA de NO2.

2.1.3. OZONO SUPERFICIAL (O3)

Fig. N° 06. Variación media móvil 8 horas de O_3 - Estaciones Puente Piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martin de Porres (SMP), Campo de Marte (CDM), San Borja (SBJ), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), y Villa María del Triunfo (V.M.T.) - MARZO 2017

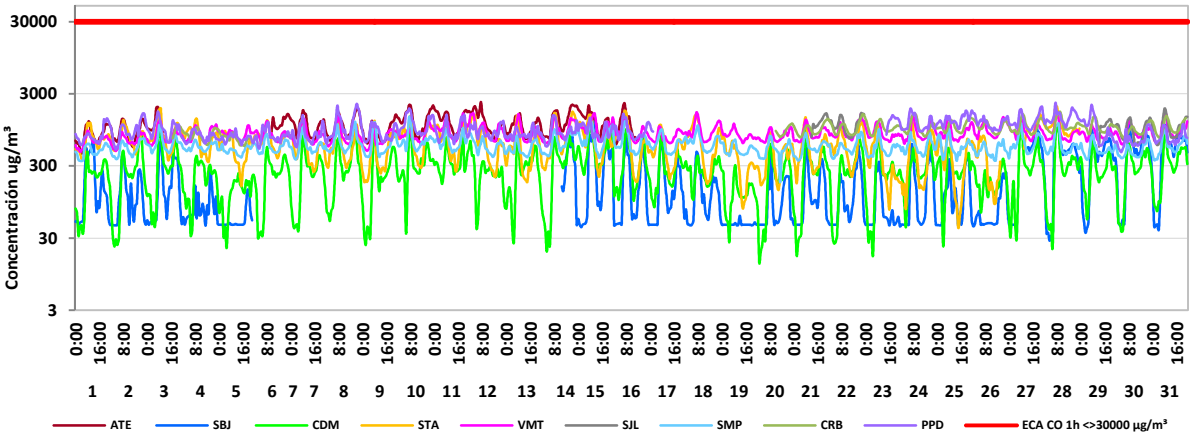


La **fig.06** muestra la evolucion movil de 8 horas en el mes, como se detalla a continuacion:

- Lima Sur 1: Villa Maria del Triunfo, osciló principalmente en el rango de 8 a 23 µg/m³, pero con una maxima de 52.4 µg/m³ equivalente al 44% del ECA y se dio el martes 21 a las 16:00 horas; no se superó el ECA durante el mes.
- Lima Este 4: San Juan de Lurigancho,las concentraciones oscilaronprincipalmente en el rangode 2 a 23µg/m³ con una maxima de 60.1µg/m³ que equivale al 50% del ECA y se dio el domingo 12 a las 16:00 horas; no se superó el estandar en el mes.
- En el resto de estaciones las concentraciones fueron menores y estuvieron muy por debajo del ECA de O_3.

2.1.4. MONOXIDO DE CARBONO (CO)

Fig. N° 07. Variación horaria de CO - Estaciones Puente Piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martin de Porres (SMP), Campo de Marte (CDM), San Borja (SBJ), Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), y Villa María del Triunfo (V.M.T.) - MARZO 2017



La **fig.07** muestra el comportamiento horario de CO en el mes, que se detalla a continuacion:

- **Lima Este 1: Ate**, oscilo principalmente en el rango de 812 a 1422µg/m³, pero con una maxima horaria de 2300µg/m³ equivalente al8% de su ECA que fue el diadomingo 12 a las 7:00 horas; no se superó el estandar en los dias monitoreados.
- **Lima Este 4:San Juan de Lurigancho**, oscilóprincipalmente en el rango de 776 a 1262 µg/m³, pero con una maxima de 1882.5µg/m³que equivale al 6% de su estandar y se dio elviernes 31 a las 8:00 horas; no se superó el estandar en el mes
- En el resto de estaciones las concentraciones fueron menores y estuvieron muy por debajo del ECA de CO.

2.2. CONTAMINANTE MATERIAL PARTICULADO.

El comportamiento promedio horario de las concentraciones de material particulado menor a 10 micrómetros y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$)a lo largo del dia, siempre obedece a la influencia de la intensidad del trafico vehicular, emisiones de procesos industriales, actividad comercial y resuspensión desde el suelo, que al interaccionar con las condiciones meteorológicas sinópticas y locales, determinan el comportamiento de las concentraciones de las particulas en la atmosfera; en el analisis se dará una mayor importancia especialmente en las horas diurnas (7h - 11h) y vespertinas (12h - 18h), debido a que son las principales horas de mayor actividad antropogenica y exposicion de las personas a estos contaminantes.

2.2.1. PARTÍCULAS MENOR A 10 MICRÓMETROS (PM_{10})

A. Comportamiento Horario.

Fig.08 Variación Media Horaria de PM_{10} vs Velocidad del Viento Estación Pte. Piedra (PPD) – MARZO 2017

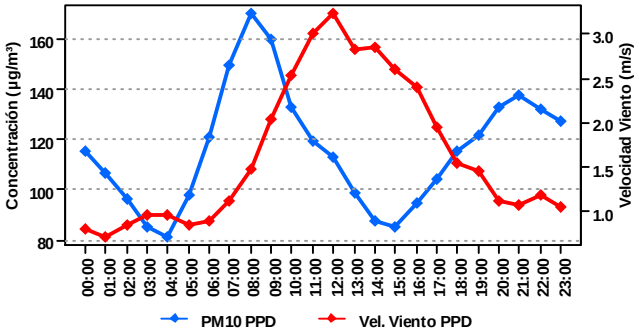
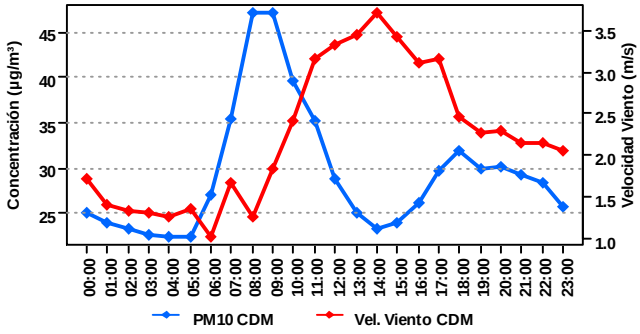


Fig.09 Variación Media Horaria de PM_{10} vs Velocidad del Viento Estación Campo de Marte (CDM) – MARZO 2017



En la **fig.08**, estacion **Lima Norte 3: Puente Piedra**, el aumento de las PM10 se dio en horas de la madrugada desde las 4:00 horas, hasta una media horaria maxima de 170.2µg/m³ alas 8:00 horas, luego descendio gradualmente a una concentracionde 85.2µg/m³ a las 15:00 horas, porque desde las 6:00 horas el viento incremento su velocidad hasta las 12:00 horas, donde alcanzo su valor maximo de 3.2 m/s dispersandoy disminuyendo las concentraciones de PM10.

En la **fig.09,** estación **Lima Centro 2: Campo de Marte**, las concentraciones se incrementaron desde las 5:00 horas hasta llegar a una media horaria maxima de 47.2 µg/m³ a las 8:00 horas, luego descendió hasta26.6µg/m³ a las 13:00 horas, debido al incremento de la velocidad del viento, desde las 6:00 horas hasta las 12:00 horas, donde alcanzo la máxima de 2.8 m/s.

Fig.10 Variación Media Horaria de PM_{10} vs Velocidad del Viento Estación Ate (ATE) – MARZO 2017

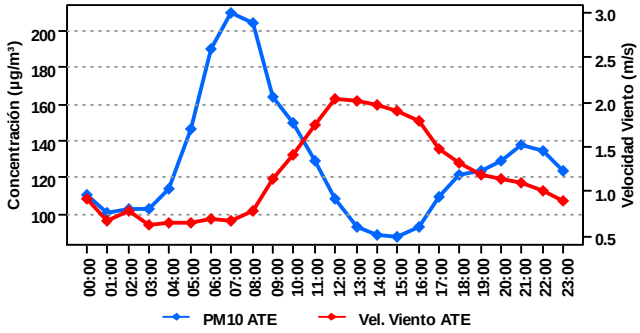
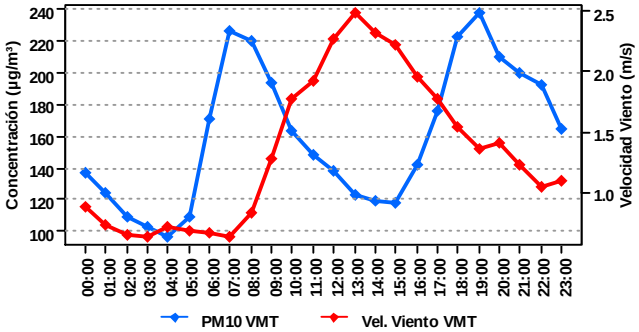


Fig.11 Variación Media Horaria de PM10 vs Velocidad del Viento Estación Villa María del Triunfo (VMT) – MARZO 2017

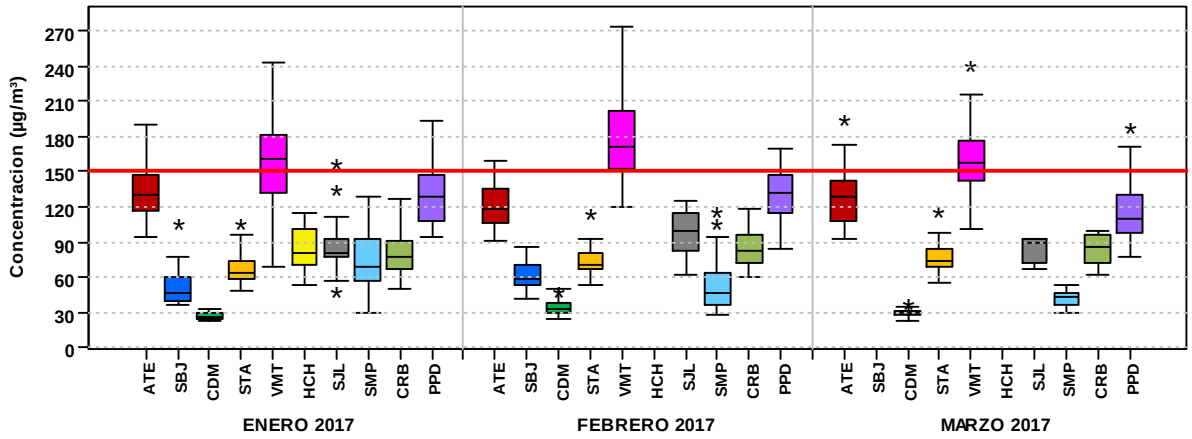


En la **fig.10,** estación**Lima Este 1: Ate**, el incremento se dio desde las 2:00 horas, y ascendio a una media horaria maximade 210µg/m³ a las7:00 horas, luego descendió a una concentración de 88.0µg/m³ a las 15:00 horas, por la acción previa del viento que dispersó las partículas desde las 7:00 hasta las 13:00 horas, con una máxima velocidad de 2.0 m/s.

En la **fig.11,** estación**Lima Sur 1: Villa Maria del Triunfo**, muestra el incremento gradual en las horas de la madrugada desde las 4:00 horasy asciende a una media horariade 226.9µg/m³a las 7:00 horas y luego descendió a 117.4µg/m³ a las 15:00 horas, debido a que el viento dispersó el PM10desde las 7:00 hasta las 13:00 horas que alcanzo una máxima velocidad de 2.5 m/s.

B. Comportamiento Diario (Trimestre)

Fig. 12 Variación Diaria Trimestral de PM_{10} – Estación Ate, San Borja (SBJ), Campo de Marte (CDM), Santa Anita (STA), Villa María del Triunfo (VMT), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), San Martin de Porres (SMP), Carabayllo (CRB) y Puente Piedra (PPD)

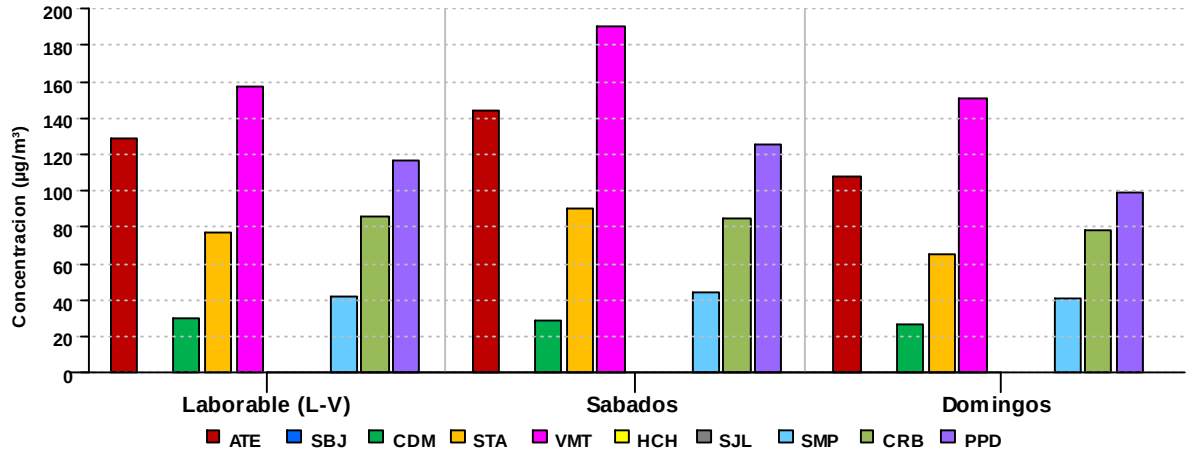


En la **fig.12** se observa la dispersión de las concentraciones diarias de PM_{10} en los últimos 3 meses, mediante los diagramas de cajas; donde entre la base inferior de la caja (Q1) y la base superior (Q3) determinan el rango intercuartil, que es el rango más representativo de la variación, porque es donde se distribuye el 50% de las concentraciones, la variación en el último mes fue:

- **Lima Este1: Ate,** el PM10 aumento respecto al mes anterior porque osciló principalmente en el rango de 108 a 142 µg/m³, pero con **una máxima diaria de 198.9µg/m³ que equivalente al 133% del ECA y se dio el viernes 17. Se superó el ECA en 3días de los 27monitoreados.**
- **Lima Sur 1: Villa María del Triunfo**, las concentraciones descendieron respecto al mes anterior, porque oscilo principalmente en el rango de 142 a 177 µg/m³, pero con **una máxima diaria de 245.1 µg/m³ que equivale al 163% del ECA y se dio el sábado 18. Se superó el estándar en 21 días de los 31 monitoreados.**
- **Lima Norte 3: Puente Piedra**, el PM10 descendió ligeramente respecto al mes anterior, porque oscilo principalmente en el rango de 97 a 131 µg/m³, pero con **una máxima diaria de 191.5 µg/m³ que equivale al 128% del ECA y se dio el jueves 16. Se superó el estándar en 3 días de los 31 monitoreados.**
- En el resto de estaciones las concentraciones se mantienen por debajo del ECA de PM_{10}.

C. Comportamiento Semanal.

Fig.13 Variación Semanal de PM_{10} - Estación Ate, San Borja (SBJ), Campo de Marte (CDM), Santa Anita (STA), Villa María del Triunfo (V.M.T), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), San Martin de Porres (SMP), Carabayllo (CRB) y Puente Piedra (PPD) – MARZO 2017

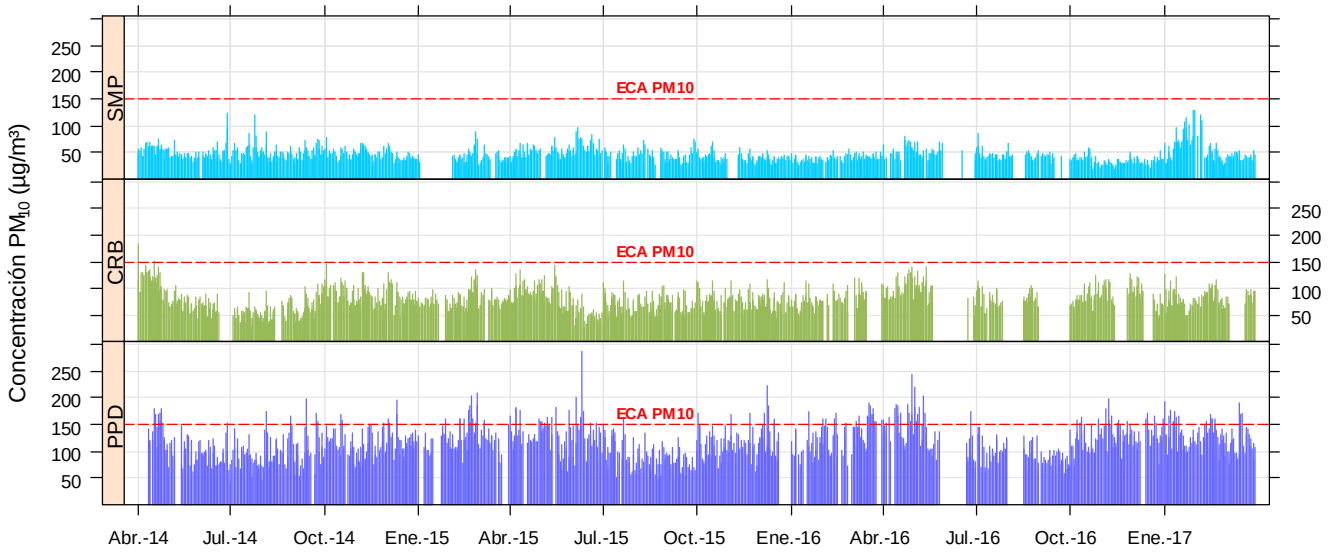


En la **fig.13** se observa la variación semanal de las concentraciones del PM10, durante los diferentes días de la semana agrupados en: laborables (lunes - viernes), sábados y domingos. El comportamiento habitual esperado, es que en promedio las altas se presenten en los días laborales debido principalmente a la mayor actividad antropogénica (industrias, parque automotor, comercio, etc.) y proseguir con el descenso en los días sábados y las bajas concentraciones en los domingos (menor actividad antropogénica).

Solo en Jesús María y Carabayllo presentaron el comportamiento habitual; a diferencia de las estaciones de Ate, Santa Anita, Villa María del Triunfo, San Martin de Porres y Puente Piedra las altas concentraciones se dieron los sábados y las bajas los domingos.

D. Comportamiento Diario Histórico

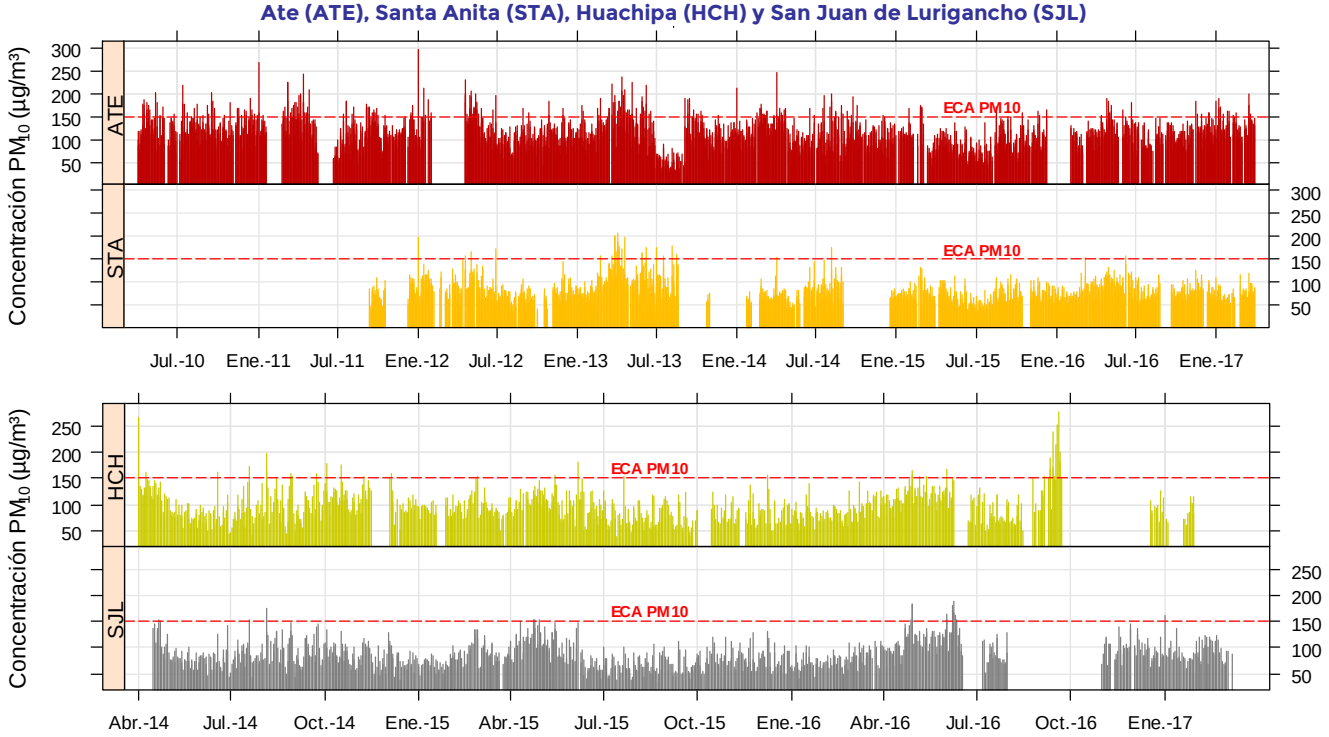
Fig.14 Variación diaria histórica de PM_{10} – Lima Norte 1, 2 y 3
San Martin de Porres (SMP), Carabayllo (CRB) y Puente Piedra (PPD)



En la **fig.14** se detalla la variación histórica diaria de las concentraciones del PM_{10} de Lima Norte:

Lima Norte 1: San Martin de Porres, en el 2014 se tuvo una máxima diaria de 123.7 µg/m³.En 2015 una máxima de 96.1 µg/m³.En 2016 con una máxima de 86.4 µg/m³. En el 2017 oscila principalmente en el rango de 39.3 a 68 µg/m³, pero con una máxima de 128.4 µg/m³. Desde su inicio hasta la fecha no se superó el ECA.
Lima Norte 2: Carabayllo, en el 2014 tuvo una máxima diaria de184.4 µg/m³**, se superó el ECA en 2 días de los 254 monitoreados**. El 2015 una máxima de 144.0 µg/m³, sin superaciones al ECA. En 2016 con una máxima de 141 µg/m³; sin superaciones al ECA. En 2017 oscila principalmente en el rango de 70 a 94 µg/m³, pero con una máxima de 126.9 µg/m³, sin superaciones al ECA.
Lima Norte 3: Puente Piedra, en **2014 el PM10superó el ECA en 20 días de un total de 230 monitoreados. En 2015 supero el ECA en 45 días de 325 monitoreados. En 2016 superó en 58 dias el ECA de los 278 monitoreados.** En el 2017 viene oscilando principalmente en el rango de 105 a 141 µg/m³, pero con una máxima de 193 µg/m³ y **se está superando el ECA en 17 dias de los 90 monitoreados.**

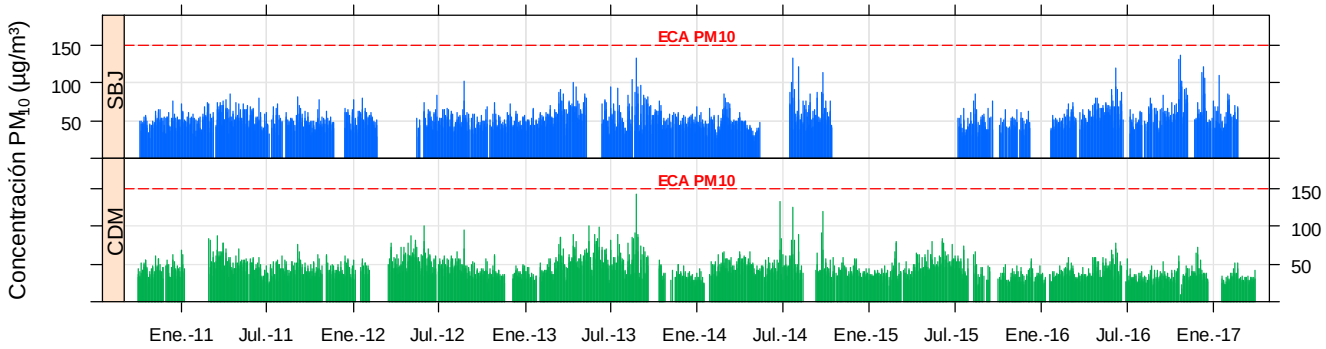
Fig.15 Variación diaria histórica de PM_{10} – Lima Este 1, 2, 3 y 4
Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH) y San Juan de Lurigancho (SJL)



En la **fig.15** se detalla la variación diaria histórica de las concentraciones del PM_{10} de Lima Este:

Lima Este 1: Ate, se observa que desde el inicio del funcionamiento de la estación en abril del **2010 se ha superado al ECA en 43 días de los 256 días monitoreados del 2010. En 2011 se superó al ECA en 48 días de los 275 días monitoreados. En 2012 la superación al ECA disminuyo a 38 de los 283 días monitoreados. En 2013 la superación al estándar aumentó a 56 días de los 345 días de monitoreo. En 2014superó en 40 días de los 343 monitoreados. En 2015 supero el ECA en 12 días de los 308 monitoreados. El 2016superóen 15 días de los 281 monitoreados. En el 2017 se supera el ECA en 12 dias de los 80 monitoreados.**
Lima Este 2: Santa Anita, se aprecia un pico notable en el año nuevo 2012 de 199.1 µg/m³ que supero al ECA, caso contrario en el día del año nuevo 2013 solo registro 85.6 µg/m³ debido principalmente a las garuas que se dio ese día. **El 2012 se superó al ECA en 4 días de los 295 días monitoreados.** En el 2013 la superación al estándar fue de **21 días de los 225 días monitoreados. El 2014 superó al ECA en solo 2 días de los 204 días monitoreados.** El 2015 con una máxima de 132.4 µg/m³ y sin superar el estándar en los 327 días monitoreados. En el 2016, **se superó el ECA en 2 día de los 298 monitoreados**. En el 2017 oscila principalmente en el rango de 61 a 81 µg/m³, pero con una máxima diaria de 119.6 µg/m³; sin superaciones al ECA de los 74 dias monitoreados.
Lima Este 3: Huachipa, en 2014 se superó **el ECA en 16 días de los 225 monitoreados. En 2015 se dio superaciones al ECA de 6 días de los 334 monitoreados. En 2016 se superó el ECA en 19 dias de los 194 monitoreados.** En el 2017 oscila principalmente en el rango de 71 a 101 µg/m³, pero con una máxima de 115.5 µg/m³; sin superaciones al ECA.
Lima Este 4: Puente Piedra, **en 2014 se superó el ECA en 20 días de un total de 230 monitoreados. En 2015 supero el ECA en 45 días de 325 monitoreados. En 2016 superó en 58 dias el ECA de los 278 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 105 a 141 µg/m³, pero con una máxima de 193 µg/m³, se viene superando el ECA en 17 dias de los 90 monitoreados.**

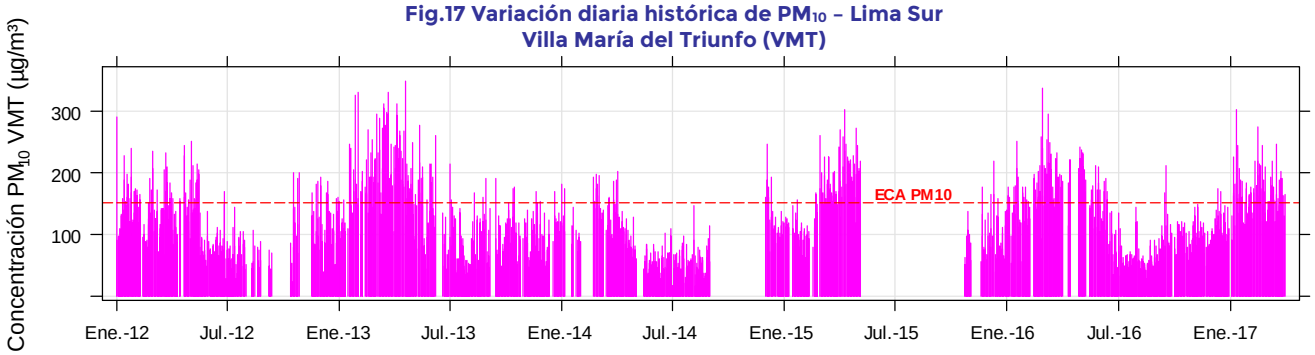
Fig.16 Variación diaria histórica de PM_{10} – Lima Centro 1 y 2
San Borja (SBJ) y Campo de Marte (CDM)



En la **fig.16** se detalla la variación diaria histórica del PM_{10}en Lima Centro:

Lima Centro 1: San Borja, se observa que desde el inicio hasta la actualidad no ha superado al ECA; se identifican como picos máximos diarios en noviembre 2016 y agosto 2013 con 137.5 µg/m³ y 132.8 µg/m³ respectivamente. En el 2017 oscila principalmente en el rango de 42 a 63 µg/m³, pero con una máxima diaria de 110.4 µg/m³, desde noviembre 2010 hasta la fecha no se supera el ECA.
Lima Centro 2: Campo de Marte del distrito de Jesús María, se tiene como picos máximos diarios valores de 142.4 µg/m³ y 101.4 µg/m³ en agosto 2013 y mayo 2012 respectivamente. En el 2017 oscila principalmente en el rango de 27 a 33 µg/m³, pero con una máxima de 51 µg/m³, desde setiembre 2010 hasta la fecha no se supera el ECA.

Fig.17 Variación diaria histórica de PM_{10} – Lima Sur
Villa María del Triunfo (VMT)



En la **fig.17** se detalla la variación diaria histórica del PM_{10} de Lima Sur:

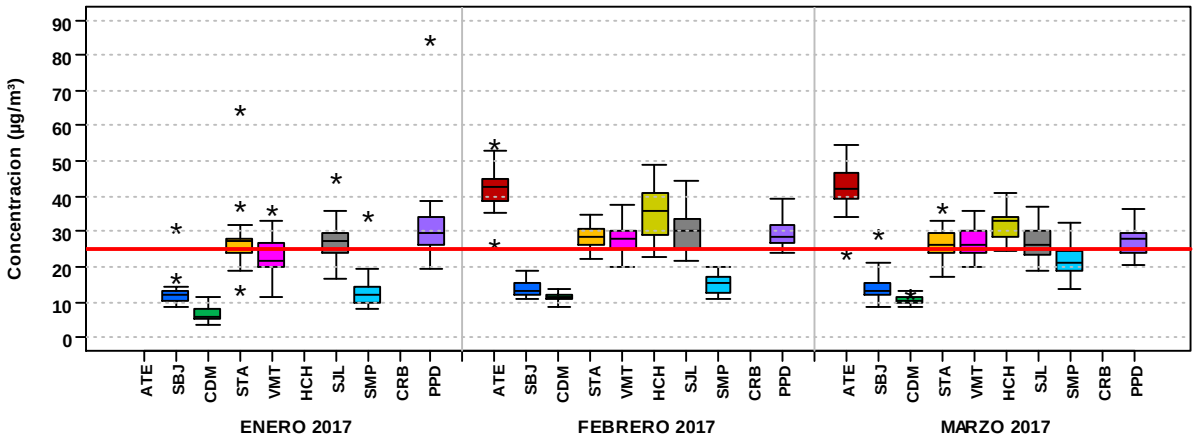
Lima Sur 1: Villa maría del Triunfo, se aprecia los picos máximos diarios históricos de 347.3 y 335.5 µg/m³ en los meses de abril 2013 y febrero 2016respectivamente por la fuerte estabilidad atmosférica (**Fig. N° 3**). **En el 2012 se superó al ECA en 66 días** de los 277 días monitoreados. **En 2013 la superación al ECA subió ampliamente en 110 días de los 320 días monitoreados. En 2014 se superó en 23 días de los 213 monitoreados. En 2015 superó el ECA en 65 días de los 162 monitoreados. En 2016 superó el ECA en 87 días de los 317 monitoreados.** En el 2017oscila

principalmente de 138 a 184 µg/m³, pero con una máxima de 302 µg/m³, **se viene superando el ECA en 61 dias de los 88 monitoreados.**

2.2.2. PARTÍCULAS MENOR A 2.5 MICRÓMETROS ($PM_{2.5}$)

A. Comportamiento Diario (Trimestre).

Fig.18 Variación Diaria de $PM_{2.5}$ – Estación Ate, San Borja (SBJ), Campo de Marte (CDM), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), San Martin de Porres (SMP), Carabayllo (CRB) y Puente Piedra (PPD)

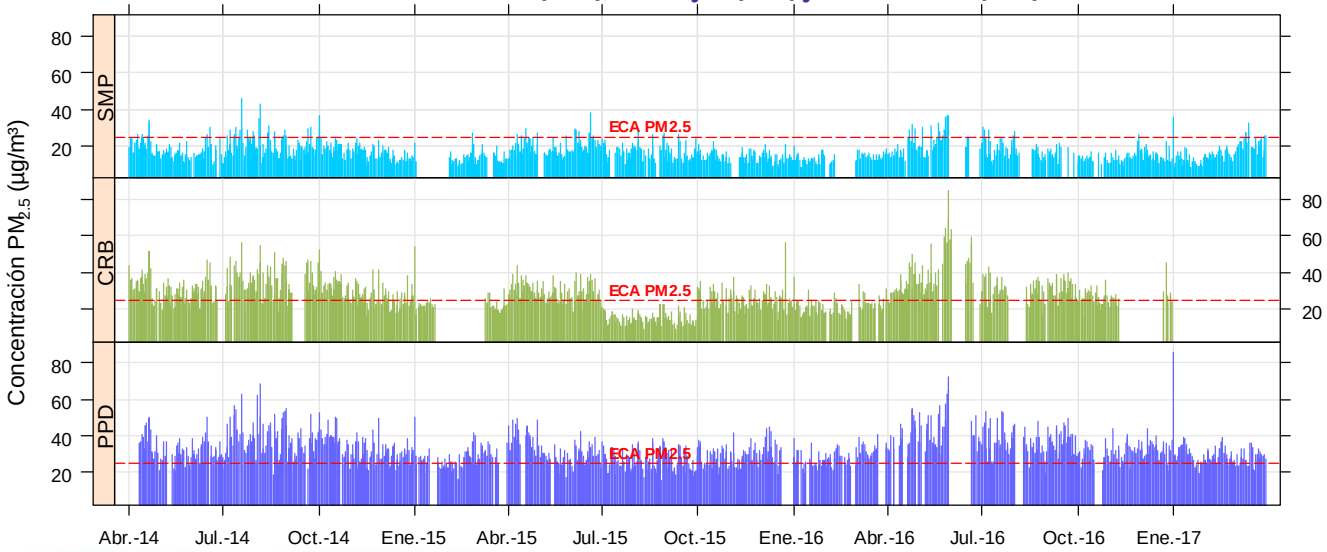


En relación a las concentraciones diarias del $PM_{2.5}$ en la **fig.18** se observa:

- **Lima Este 1:** Ate, el PM2.5 respecto al mes anterior se incrementó ligeramente, porque oscilo principalmente de 40 a 47 µg/m³, pero con una máxima de 54.8 µg/m³ equivalente al 219% del ECA, que se dio el sábado 11.**Se superó el ECA en10 dias de los monitoreados.**
- **Lima Este 2:** Santa Anita, respecto al mes anterior, descendió ligeramente porque oscilo principalmente de24 a 29µg/m³, pero con una máxima de 38.1µg/m³ que es equivalente a 152% del estándar y se dio el sábado 18. **Se superó el estándar en 18días de los 30 monitoreados.**
- **Lima Este 3:** Huachipa, respecto al mes anterior, descendió porque oscilo principalmente de 29 a 34 µg/m³, pero con una máxima de 40.9 µg/m³ equivalente a 164% del ECA y se dio el domingo 12.**Se superó el estándar en 17 dias de los 18 monitoreados.**
- **Lima Este 4:** San Juan de Lurigancho, respecto al mes anterior descendió porque oscilo principalmente de 24 a 30 µg/m³, pero con una máxima de 36.8 µg/m³, equivalente a 147% del ECA y se dio el sábado 11. **Se superó el estándar en 19 dias de los 31 monitoreados.**
- **Lima Norte 3:** Puente Piedra, descendió ligeramente respecto al mes anterior, porque oscilo principalmente de 24 a 28 µg/m³, pero con una máxima de 36.3 µg/m³que es equivalente a 145% del estándar y se dio el viernes 17; **se superó el ECA en 20 dias de los 31 monitoreados.**
- **Lima Sur 1:** Villa María del Triunfo, las concentraciones se mantienen similar respecto al mes anterior, oscilando principalmente de 24 a 30 µg/m³, pero con una máxima de 35.9µg/m³, que equivale a 144% del ECA que se dio el martes 14. **Se superó el estándar en 18 dias de los 31 monitoreados.**

B. Comportamiento Diario Histórico

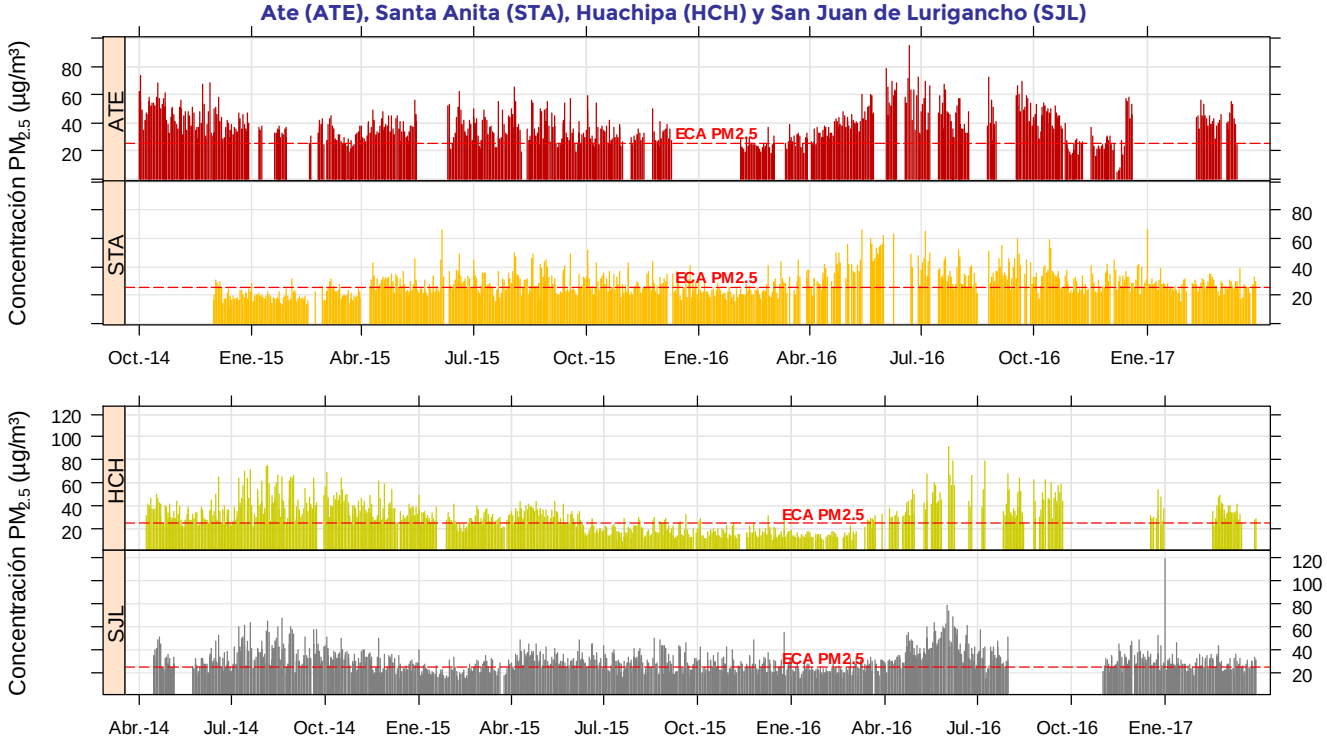
Fig.19 Variación diaria histórica de $PM_{2.5}$ – Lima Norte 1, 2 y 3 San Martin de Porres (SMP), Carabayllo (CRB) y Puente Piedra (PPD)



En la **fig.19** se detalla la variación diaria histórica del $PM_{2.5}$ de Lima Norte:

Lima Norte 1: San Martin de Porres, **en 2014 se tuvo una máxima diaria de 45.8 µg/m³ y se superó el ECA en 29 días de los 269 monitoreados. En 2015 una máxima de 38.2 µg/m³ y se superó el ECA en 18 días de los 304 monitoreados. En 2016 una máxima de 36.9 µg/m³ y se superó el ECA en 20 dias de los 295 monitoreados.** En el 2017 oscila principalmente de 12 a 19 µg/m³, pero con **una máxima de 35.6 µg/m³ y se viene superando el ECA en 7 dias de los 88 monitoreados.**
Lima Norte 2: Carabayllo, **en 2014 se tuvo una máxima de 56.6 µg/m³ y se superó el ECA en 197 días de los 251 monitoreados. En 2015 una máxima de 56 µg/m³ y se superó el ECA en 120 días de los 313 monitoreados. En 2016 una máxima de 63.4 µg/m³ y supero el ECA en 167 días de los 191 monitoreados (57% días > ECA).**
Lima Norte 3: Puente Piedra, tuvo una máxima de 68 µg/m³ y **superó el ECA en 225 días de los 251 monitoreados.** En 2015 una máxima de 49.9 µg/m³ y supero **el ECA en 235 días de los 328 monitoreados.** En 2016 una máxima de 72.1 µg/m³, **se superó el ECA en 268 días de los 278 monitoreados.** En el 2017 oscila principalmente de 26 a 33 µg/m³, pero con **una máxima de 86 µg/m³ y se está superando el ECA en 70 dias de los 90 monitoreados.**

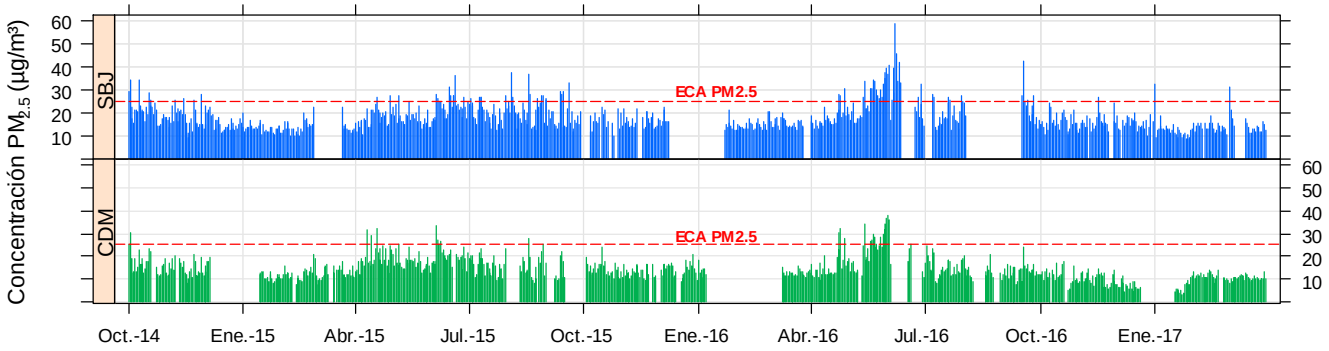
Fig.20 Variación diaria histórica de $PM_{2.5}$ – Lima Este 1, 2, 3 y 4
Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH) y San Juan de Lurigancho (SJL)



En la **fig.20**se detalla la variación diaria histórica del $PM_{2.5}$ de Lima Este:

Lima Este 1: Ate, inicio el monitoreo del $PM_{2.5}$ en octubre 2014, claramente se viene superando el Estándar de Calidad (ECA); **en el 2014 se superó en total 90 días, es decir el 100% de días se superó el ECA. En 2015 se tuvo una máxima de 65 µg/m³ y superó el ECA en 235 días de los 253 monitoreados.** En 2016 una máxima de 94.7 µg/m³ y **se superó el ECA en 199 días de los 242 monitoreado.** En el 2017 oscila principalmente de 39 a 45 µg/m³, pero con **una máxima de 56.1 µg/m³ y se viene superando el ECA en 28 dias.**
Lima Este 2: Santa Anita, monitorea el $PM_{2.5}$ desde **diciembre 2014 y en ese año se superó el ECA en 4 días de los 31 monitoreados. En 2015 se tuvo una máxima de 66.5 µg/m³ y se superó el ECA en 176 días de los 341 monitoreados. En 2016 una máxima de 66.5 µg/m³ y supero el ECA en 208 de los 252 monitoreados.** En el 2017 oscila principalmente de 24 a 30 µg/m³, pero con **una máxima de 65.9 µg/m³ y se está superando el ECA en 58 dias de los 85 monitoreados.**
Lima Este 3: Huachipa, monitorea desde abril 2014, con una máxima de 75.4 µg/m³ y **se superó el ECA en 230 días de los 258 monitoreados.** En 2015 una máxima de 49.4 µg/m³ y supero **el ECA en 127 días de los 344 monitoreados.** En 2016 una máxima de 91.4 µg/m³ y **superó el ECA en 111 dias de los 129 monitoreados.** En 2017 oscila principalmente de 29 a 39µg/m³, pero con una máxima de 48.9 µg/m³ y se está superando el ECA en 28 dias.
Lima Este 4: San Juan de Lurigancho, inicio el monitoreo de $PM_{2.5}$ **en abril 2014, en ese año se tuvo una máxima de 67.2 µg/m³ y se superó el ECA en 187 días de los 240 monitoreados. En 2015 una máxima de 55.7 µg/m³ y superó el ECA en 215 días de los 361 monitoreados. En el 2016 una máxima 79.2 µg/m³ y superó el ECA en 193 días de los 251 monitoreados.** En el 2017 oscila principalmente de 24 a 31 µg/m³, pero con **una máxima de 119.1 µg/m³ y se está superando el ECA en 62 dias de los 90 monitoreados.**

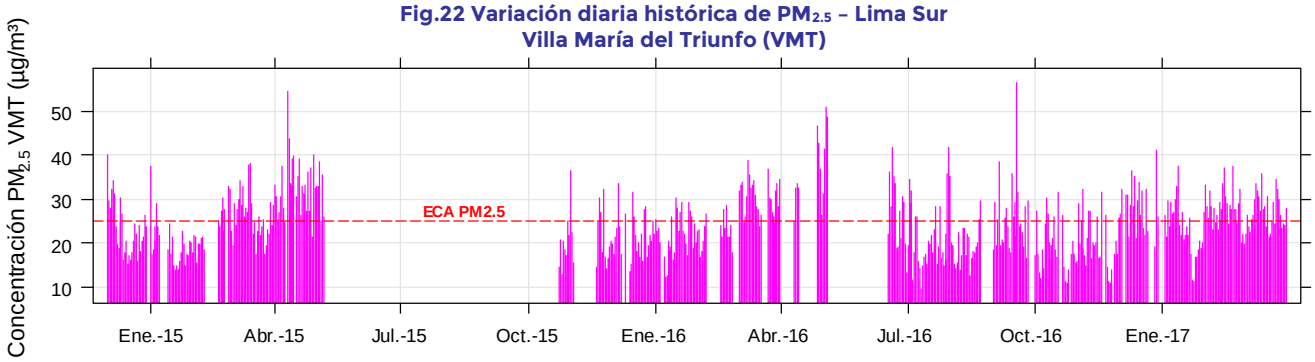
Fig.21 Variación diaria histórica de $PM_{2.5}$ – Lima Centro 1 y 2
San Borja (SBJ) y Campo de Marte (CDM)



En la **fig.21** se detalla la variación diaria histórica del $PM_{2.5}$ de Lima Centro:

Lima Centro 1: San Borja, inicio el monitoreo de $PM_{2.5}$ en octubre 2014, donde **supero el ECA en 9 dias de los 92 monitoreados.** En el 2015 una maxima de 37.5 µ/m³ y **superó el ECA en 31 dias de los 293 monitoreados.** En el 2016 una máxima diaria de 58.5 µg/m³ y **superó el ECA en 41 dias de los 270 monitoreado.** En el 2017 oscila principalmente de 11 a 14 µg/m³, pero con una máxima de 32.6 µg/m³ y **se está superando el ECA en 2 día de los 78 monitoreados.**
Lima Centro 2: Campo de Marte distrito de Jesús María, inicio el monitoreo el $PM_{2.5}$ en octubre 2014, con superación al ECA en 10 días de los 59 monitoreados. **En 2015 una máxima de 33.2 µg/m³ y superó el ECA en 10 días de los 286 monitoreado. En el 2016 una máxima de 37.9 µg/m³ y superó el ECA en 17 dias de los 252 monitoreado.** En el 2017 oscila principalmente de 10 a 11 µg/m³, pero con una máxima de 13.9 µg/m³ sin superaciones al ECA.

Fig.22 Variación diaria histórica de $PM_{2.5}$ – Lima Sur
Villa María del Triunfo (VMT)



En la **fig.22** se observa la variación diaria histórica de $PM_{2.5}$ de Lima Sur:

Lima Sur 1: Villa María del Triunfo empezó a monitorear el $PM_{2.5}$ desde diciembre 2014, superando el ECA en 10 días de los 29 monitoreados. **En 2015 con una máxima de 54.7 µg/m³ y superado el ECA en 67 días de los 158 monitoreados. En 2016 una máxima de 56.5 µg/m³ y superó el estándar en 108 de los 243 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 23 a 29 µg/m³, pero con una máxima de 37.5 µg/m³ y superando el ECA en 50 dias de los 88 monitoreados.**

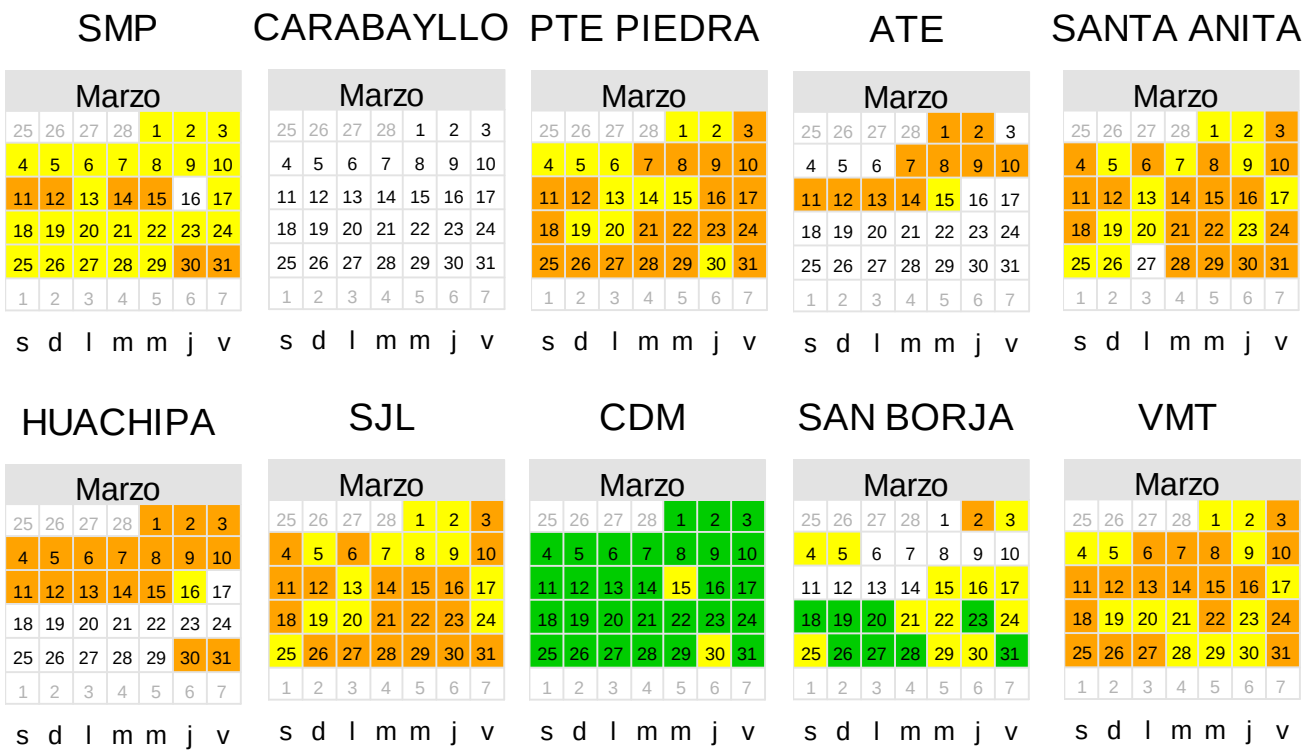
III. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE POR PM2.5 EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA

Cuadro N° 4: Estados de la Calidad del Aire y su Implicancia en las personas.

ESTADO	RANGO	EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES	MEDIDAS A TOMAR POR LAS PERSONAS
BUENA	**0 – 75**	La calidad del aire se considera satisfactoria, y la contaminación del aire no representa ningún riesgo.	Toda la población puede realizar sus actividades cotidianas al aire libre sin ninguna restricción.
MODERADA	**>75 – 150**	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.	**Personas particularmente sensitivas a la contaminación del aire:** Planeen actividades vigorosas al aire libre cuando mejore la calidad del aire.
MALA	**>150 – 250**	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.	**Grupos sensitivos:** Reduzcan o pospongan actividades vigorosas al aire libre cuando se detecte la presencia de: **Contaminación por partículas:** Personas con enfermedades cardíacas o pulmonares (incluyendo a los diabéticos), adultos de edad avanzada y niños.
UMBRAL DE CUIDADO	**>250**	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).	**Todos:** Reduzcan o pospongan las actividades vigorosas al aire libre. **Grupos sensitivos:** Eviten las actividades vigorosas al aire libre.

Fuente: https://www3.epa.gov/airnow/aqi_brochure_02_14.pdf

Fig.23 Estados de la Calidad del Aire por PM2.5- Estaciones SENAMHI 2017



En la **Fig.23**, se ilustra los días monitoreados en un almanaque mensual, identificando los Estados de la Calidad del Aire que se clasifican según el **Cuadro N° 3** y que están directamente relacionados con las concentraciones de $PM_{2.5}$. Para el mes se observa que:

Las estaciones de los distritos de San Martin de Porres, Puente Piedra, Ate, Santa Anita, Huachipa, San Juan de Lurigancho y Villa María del Triunfo, continúan con los estados de calidad del aire MALA (superaciones ECA) por PM2.5, caso contrario en el distrito de Jesús María que presentó solo días con calidad BUENA a MODERADA.

IV. PERSPECTIVAS PARA EL MES DE ABRIL2017

De acuerdo a los pronósticos climáticos para el mes de abril 2017, se espera que las condiciones cálidas como consecuencia del evento El Niño costero continúe en su fase de declinación, debido a una gradual disminución de las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar (TSM). Se espera, un gradual fortalecimiento del anticiclón del pacífico suroriental, lo que generará vientos regionales y locales débiles, moderados y fuertes principalmente del S y SW; los que mantendrán un afloramiento activo de la corriente fría de Humboldt cercano al litoral. La inversión térmica por subsidencia, media mensual, continuará su gradual aumento en intensidad y disminución en altura de su base, mostrando condiciones estables.

La nubosidad estratiforme baja, empezará su gradual incremento como manifestación de las condiciones características de otoño en el hemisferio sur, lo que ocasionará que, los niveles de insolación disminuyan con respecto al mes anterior y que debido a una disminución de la nubosidad media y alta como consecuencia de la gradual disminución de los trasvases de masas de aire húmedo desde la amazonia, se reduzca la cantidad de agua precipitable en toda la ciudad capital. La temperatura media del aire continuará su gradual descenso y la humedad relativa su gradual ascenso. Bajo tales condiciones, para las partículas PM10 y ozono troposférico (o_3) se espera una disminución en sus concentraciones, mientras que para las partículas PM2.5 un aumento de las mismas oscilando dentro de su variabilidad normal.

V. CONCLUSIONES

- Las condiciones atmosféricas y oceánicas que determinaron el comportamiento climático durante el mes de marzo en la costa central de Perú, muestran el anticiclón del pacífico suroriental ligeramente fortalecido, con valor medio de su núcleo de 1022.5 hPa y máximo de 1030.5 hPa. en los 35 °S y 95 °W, al sur de su posición normal y con anomalías variando entre -2 y 1 hPa. en latitudes tropicales y entre -7 y +9 hPa. en altas latitudes del S y SW. La TSM presentó anomalías de +1 y condiciones normales en latitudes tropicales y +1 °C en altas latitudes del S y SW.

- Presencia de vientos superficiales predominantemente del S y SW variando con mayor frecuencia entre débiles y moderados, mantuvieron un afloramiento activo de la corriente fría de Humboldt cerca a la costa y la presencia de una inversión térmica, con altura promedio de su base a 581.7 m.s.n.m., espesor de 224.3 m y gradiente térmico de .08 °C/100m, manifestada en unas condiciones atmosféricas débilmente estables en la costa central de Perú.

- La nubosidad estratiforme baja (base < 500 m.s.n.m.) inició su gradual incremento respecto al ciclo anual, contribuyendo a la gradual disminución de la insolación como consecuencia de la gradual disminución de los transvases de masas de aire húmedo desde la Amazonía.

- Respecto al Estado de la Calidad del aire relacionado con el contaminantes PM2.5 se concluye que: **las estaciones de los distritos de San Martin de Porres, Puente Piedra, Ate, Santa Anita, Huachipa, San Juan de Lurigancho y Villa María del Triunfo, continúan con los estados de calidad del aire MALA (superaciones al ECAde PM2.5). C**aso contrario en el distrito de Jesús María que presentó solo días con calidad BUENA a MODERADA.

- Con relación a las concentraciones de $PM_{2.5}$ se concluye que las siguientes estaciones superaron el respectivo ECA: **Lima Este 1: Ate, superó en 10dias, Lima Este 2: Santa Anita superó en 18 dias, Lima Este 3: Huachipa superó en 17dias, Lima Este 4: San Juan de Lurigancho superó en 19dias, Lima Norte 3: Puente Piedra superó en 20dias y Lima Sur 1: Villa María del Triunfo superó en 19dias.**

- Respecto a los contaminantes gaseosos se concluye que el ECA de Dióxido de Azufre (SO_2) fue superado en la estación **Santa Anita (Lima Este 2) en 2 dias; Puente Piedra (Lima Norte 3) en 3 dias de los 31 monitoreados.** Los gases Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Ozono superficial (O_3) y Monóxido de Carbono (CO), en ninguna de las estaciones superaron a su respectivo ECA.

Para mas información sobre el presente boletin por favor contactar con:

Subdireccion de Evaluacion del Ambiente Atmosférico
sea@senamhi.gob.pe

Subdirector de Evaluacion del Ambiente Atmosférico
Ing. Jose Silva Cotrina
jsilva@senamhi.gob.pe

Responsable de la edición
Jose Silva Cotrina

Elaboracion, analisis y redaccion:
Raphael Aliaga Martinez
Jhojan Rojas Quincho
Magdalena Norabuena Espinoza

Para estar informado permanentemente sobre la **EVOLUCION HORARIA DE LOS CONTAMINANTES PRIORITARIOS DEL AIRE**en Lima Metropolitana visita este link:
http://www.peruclima.pe/?p=calidad-de-aire

Encuentra los ultimos 6**BOLETINES MENSUALES DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE** de Lima Metropolitana en el siguiente link:
http://www.senamhi.gob.pe/?p=0450

Proxima actualizacion: 08 de Mayo del 2017