

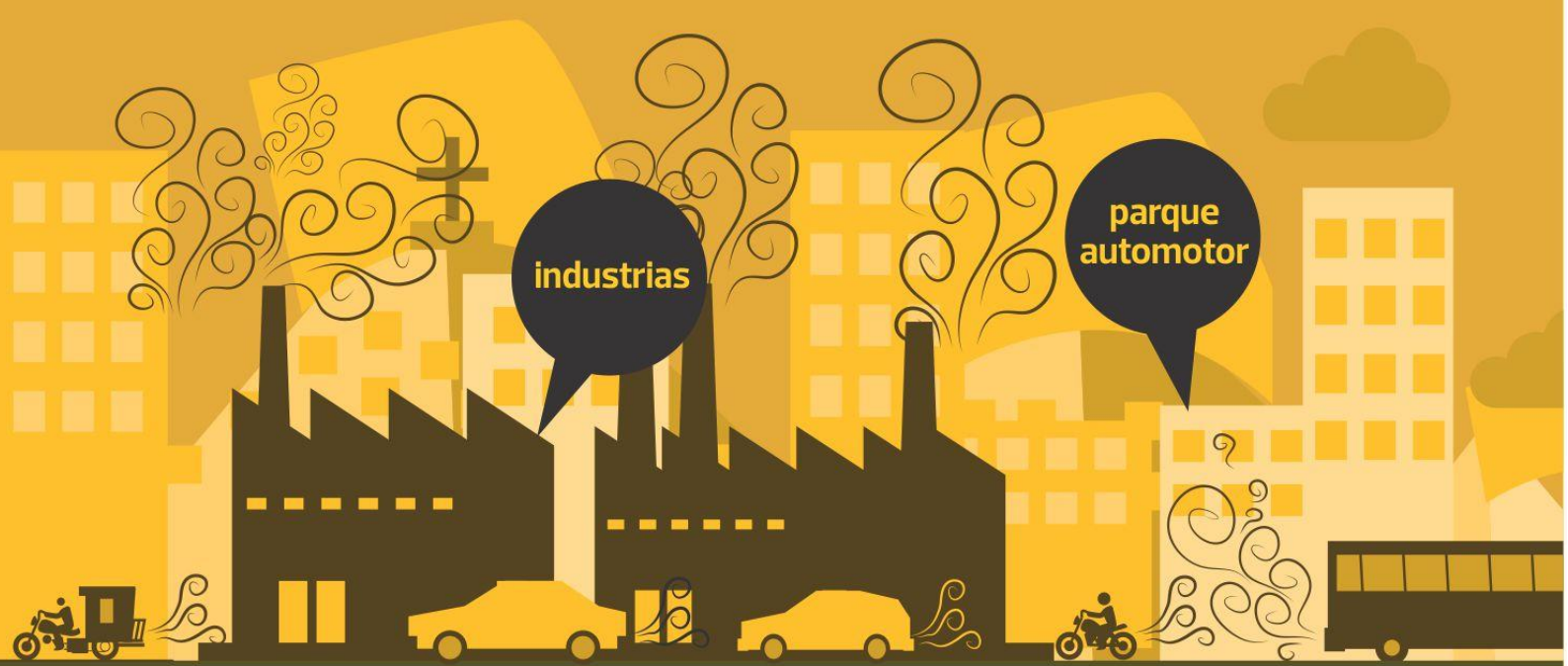
Diciembre 2020

INFORME
**Vigilancia de la
calidad del aire**
Área Metropolitana de
Lima y Callao



industrias

parque
automotor



VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO (AMLC) – DICIEMBRE 2020

PRESENTACIÓN

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) presenta el informe mensual sobre la vigilancia de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Lima y Callao (AMLC), en el cual los tomadores de decisión y público en general podrán encontrar información sobre los principales contaminantes atmosféricos al que se encuentran expuestos.

Para un mejor entendimiento de las variaciones espaciales y temporales de los contaminantes atmosféricos, se ha utilizado información meteorológica de superficie (datos de las estaciones meteorológicas automáticas del SENAMHI) e información de reanálisis¹ del Centro Nacional de Predicción Ambiental (NCEP por sus siglas en inglés), del Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR por sus siglas en inglés) y del producto ERA5 del Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a Medio Plazo (ECMWF, por sus siglas en inglés). Asimismo, se utilizó datos de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) del Servicio Meteorológico del Reino Unido, que corresponden al sistema de Análisis Operativo de la Temperatura Superficial del Mar y del Hielo Marino (OSTIA, por sus siglas en inglés). Para determinar el porcentaje de actividad vehicular durante el mes de diciembre en el AMLC, se utilizó información de la aplicación Moovit². Con respecto a la información de contaminantes del aire, se usaron los datos de la Red de Monitoreo Automático de la Calidad del Aire (REMCA) de SENAMHI, imágenes satelitales del Satélite Sentinel 5P y predicciones de calidad del aire del Servicio de Monitoreo de la Atmósfera “Copérnico” (CAM5 por sus siglas en inglés).

Es importante resaltar que, entre el 16 de marzo y el 30 de junio el gobierno peruano estableció diferentes medidas para frenar el avance y propagación del coronavirus causante del COVID-19. Entre las medidas más resaltantes aplicadas para Lima se encuentran; el aislamiento social obligatorio (cuarentena), la inmovilización social obligatoria, prohibición del uso de vehículos particulares y la reducción en el transporte público de hasta 50%.

***Toda persona tiene derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.
Constitución Política del Perú. Artículo 2, inciso 22.***

-
1. Conjunto de datos de la atmósfera actualizados “permanentemente” y generados a partir de observaciones en superficie y resultados de modelos meteorológicos.
 2. Moovit Insights (2020). Datos y estadísticas de uso del transporte público en Lima, Perú. Recuperado de: https://moovitapp.com/insights/es/Moovit_Insights_%C3%8Dndice_de_Transporte_P%C3%BAblico-countries.

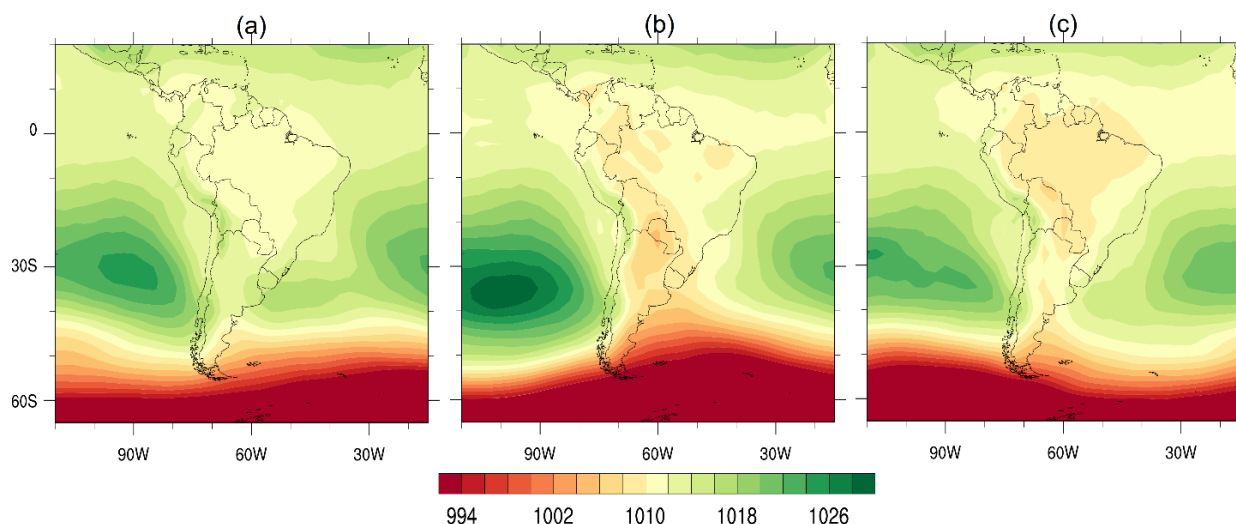
1. VIGILANCIA DE LAS CONDICIONES SINÓPTICAS Y METEOROLÓGICAS LOCALES EN EL AMLC

Para un mejor entendimiento de las condiciones sinópticas y meteorológicas locales en el AMLC, se realizó un análisis por decadiarias (cada diez días), obteniéndose tres periodos de análisis. Es así que, para el mes de diciembre se conformo la decadiaria 1 (del 1 al 10), decadiaria 2 (del 11 al 20) y decadiaria 3 (del 21 al 31).

1.1. COMPORTAMIENTO DEL ANTICICLÓN DEL PACÍFICO SUR (APS)

En la decadiaria 1 se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó valores de presión atmosférica dentro de su normal³ y se posicionó en los 30°S (figura N°01a). Asimismo, en la decadiaria 2 se apreció que el APS tuvo valores de presión atmosférica por encima de su normal, aumentando de intensidad con respecto a la decadiaria 1 (figura N°01b). Finalmente, en la decadiaria 3, el APS presentó valores de presión atmosférica dentro de su normal, disminuyendo de intensidad con respecto a la decadiaria 2 (figura N°01c).

Figura N° 01. Promedio decadiario de la presión atmosférica (hPa) a nivel del mar.



1.2. LÍNEAS DE CORRIENTE (FLUJOS DE VIENTOS) A DIFERENTES NIVELES DE PRESIÓN

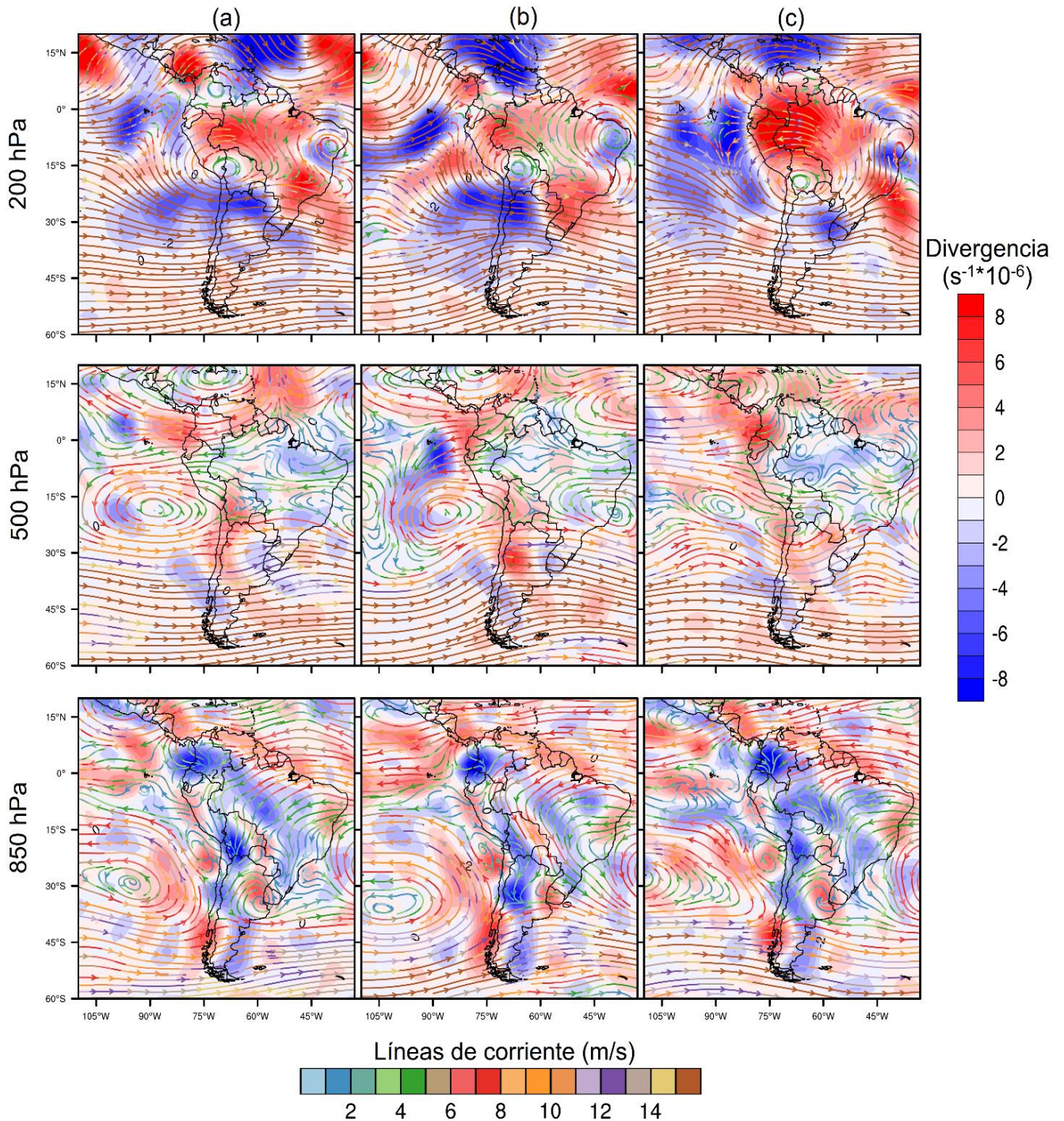
El comportamiento de las líneas de corriente (flujos de vientos) y la divergencia (cambios en los flujos de vientos por su dirección y/o velocidad) a diferentes niveles de presión (alturas sobre la superficie; niveles altos - 200 hectopascales (hPa), niveles medios - 500 hPa y niveles bajos - 850 hPa) sobre Sudamérica son mostrados en la figura N°2. Durante la decadiaria 1 se tuvo flujos de vientos ascendentes desde superficie hacia los niveles altos (divergencia positiva en 200 hPa y 500 hPa, y divergencia negativa en 850 hPa), favoreciendo a la inestabilidad atmosférica (figura N°02a).

En la decadiaria 2 se apreció flujos de vientos ascendentes desde superficie hacia los niveles altos (divergencia positiva en 200 hPa y 500 hPa, y divergencia negativa en 850 hPa), condiciones bastante similares a la decadiaria 1 (figura N°02b). Finalmente, en la decadiaria 3, se observó condiciones similares a la decadiaria 2. Asimismo, se observó un debilitamiento de los flujos de

3. Normal, se refiere al promedio histórico de 30 años de información (1981-2010)

vientos del este hacia la costa central, dichas condiciones favorecerían a días con un aumento de la temperatura y disminución de la humedad relativa en dicha región (figura N°02c).

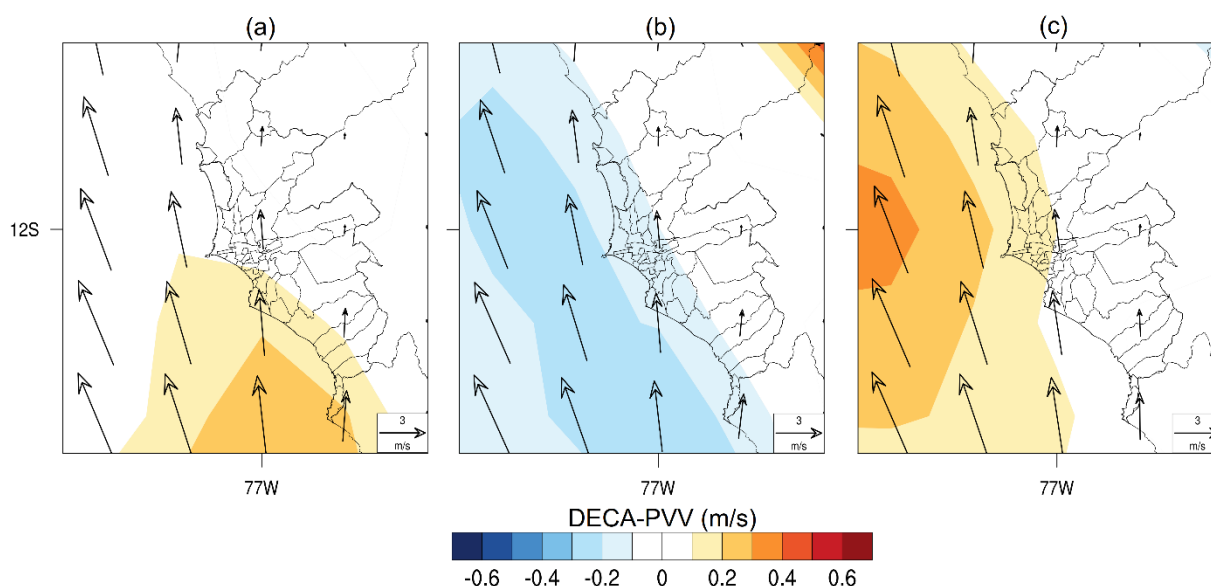
Figura N° 02. Decadiarias de las líneas de corriente (m/s) y divergencia ($s^{-1} \cdot 10^{-6}$) a diferentes niveles de presión.



1.3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS LOCALES EN EL AMLC

Utilizando datos de reanálisis ERA5 del Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a Medio Plazo (ECMWF, por sus siglas en inglés) con énfasis en el Área Metropolitana de Lima y Callao (AMLC) se evaluó la diferencia entre la velocidad del viento (a 10 metros de la superficie - mds) en cada decadiaria del mes de diciembre 2020 (DECA) con respecto a su promedio mensual para diciembre 2020 (PVV) mostrado en la figura N° 03. Es así que, en la decadiaria 1 se observó un aumento del viento costero (figura N°03a), condiciones que favorecería a días con ingreso de sales marinas; mientras que en la decadiaria 2 (figura N°03b) y en la decadiaria 3 (figura N°03c) se observó una disminución del viento costero.

Figura N° 03. Decadiaria de la velocidad del viento a 10 mds (m/s) en el AMLC indicado en flechas.



Con los datos de las estaciones meteorológicas automáticas (EMA) ubicadas en el AMLC, se realizó un análisis de la variabilidad diaria de la humedad relativa (a 2 metros de la superficie - mds), temperatura (a 2 mds) y la velocidad del viento (a 10 mds). Los datos provinieron de las estaciones: Antonio Raimondi (AR), Carabayllo (CRB), San Martín de Porres (SMP), San Juan de Lurigancho (S JL), Alexander Von Humboldt (VH), Villa María del Triunfo (VMT), Campo de Marte (CDM) y Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (JCH). Adicionalmente se representó la variabilidad diaria de la capa límite atmosférica (ACLA)⁴ para lo cual se usó datos de reanálisis ERA5.

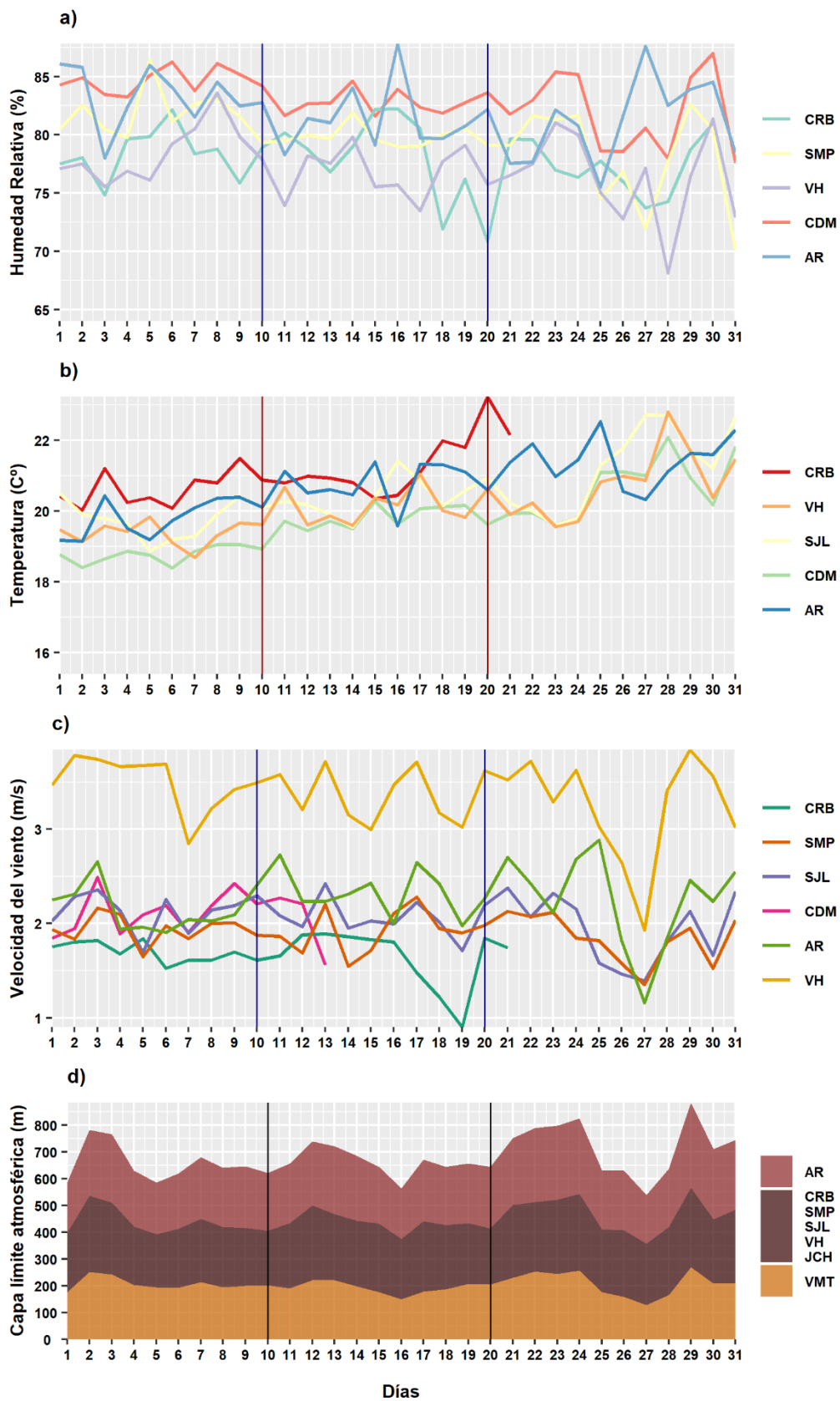
Con respecto a la humedad relativa (figura N°04a), se observó una disminución pronunciada los días 03, 07, 09, 11, 15, 17, 20, 25, 28 y 31, mientras que los días 02, 05, 08, 10, 12, 14, 16, 19, 23, 27 y 30 mostraron un incremento. Así mismo, la temperatura mostró un comportamiento opuesto a la humedad relativa, presentando tendencias de incremento los días de menor humedad y tendencias de disminución los días de mayor humedad (figura N°04b). Por otro lado, la velocidad del viento presentó disminuciones los días 02, 04, 07, 12, 14, 16, 19, 27 y 30, mientras que los días 03, 06, 09, 13, 17, 20, 29 y 31 mostraron un incremento (figura N°04c). Asimismo, la ACLA presentó mayores alturas en la estación AR y menores alturas en la estación VMT. De esta manera, se observó incrementos de ACLA los días 02, 07, 12, 17, 24 y 29 disminución los días 05, 08, 10, 16, 20, 27 y 30 (figura N°04d).

En promedio los valores de la temperatura presentaron una tendencia a aumentar en la decadiaria 3, asociado al inicio del verano. Asimismo, dentro de esta decadiaria, también se

4. ACLA: parte de la tropósfera influenciada directamente por la superficie terrestre, donde se concentra la mayor cantidad de sustancias contaminantes.

observaron valores mínimos de la humedad relativa. En el caso de la velocidad del viento, este estaría asociado a factores locales, guardando relación con el comportamiento de la temperatura.

Figura N° 04. Variación diaria de las variables meteorológicas en el ALMC.



Con respecto al comportamiento horario de la base de la nube (m) registrada en la EMA Aeropuerto Internacional Jorge Chávez ubicada en el Callao (figura N°05), se observó que las nubes bajas (base de la nube menor a 2000 m) predominaron durante todo el mes. Mientras que la presencia de nubes medias (base de la nube mayor a 2000 m y menor a 6000 m) fue observada en algunos días del mes y la presencia de nubes altas (base de la nube mayor a 6000 m) fue nula.

La predominancia de nubes bajas estaría asociado a la disminución de la temperatura superficial del mar y altos valores de la humedad relativa los primeros días del mes. Por otro lado, al encontraríamos en inicios del verano se pudo observar nubes medias al inicio y final del mes asociado a la presencia de flujos de viento del este. Asimismo, la ocurrencia de inestabilidad atmosférica durante el mes (mencionado en la sección 1.2) favorecería a la formación de nubosidad.

Figura N° 05. Altura de la base de nube (m) registrada en la estación Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (JCH).

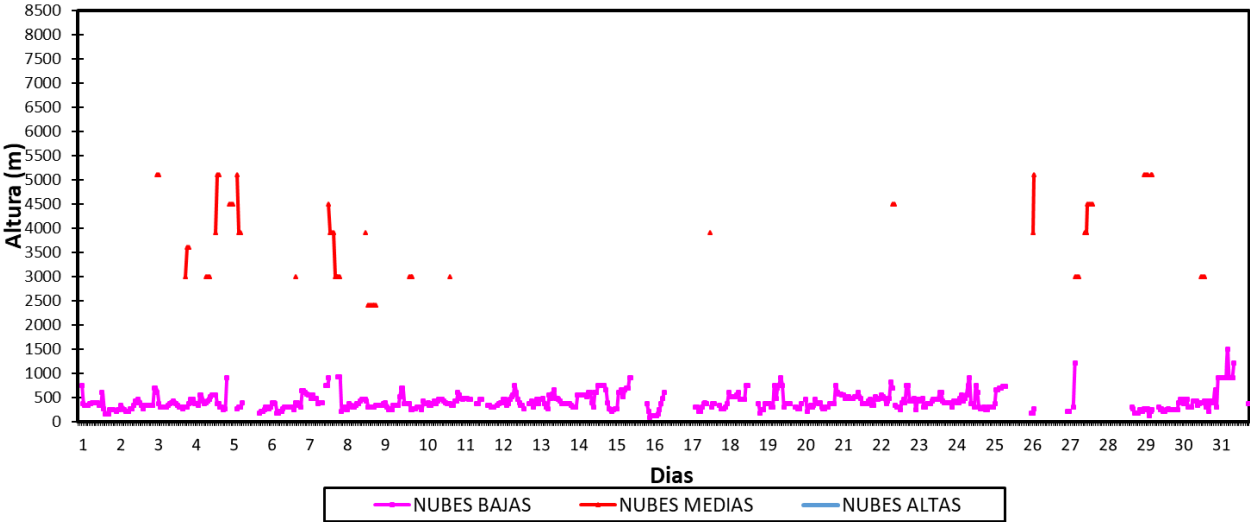


Figura N° 07. Rosas de viento para el horario diurno en el AMLC.

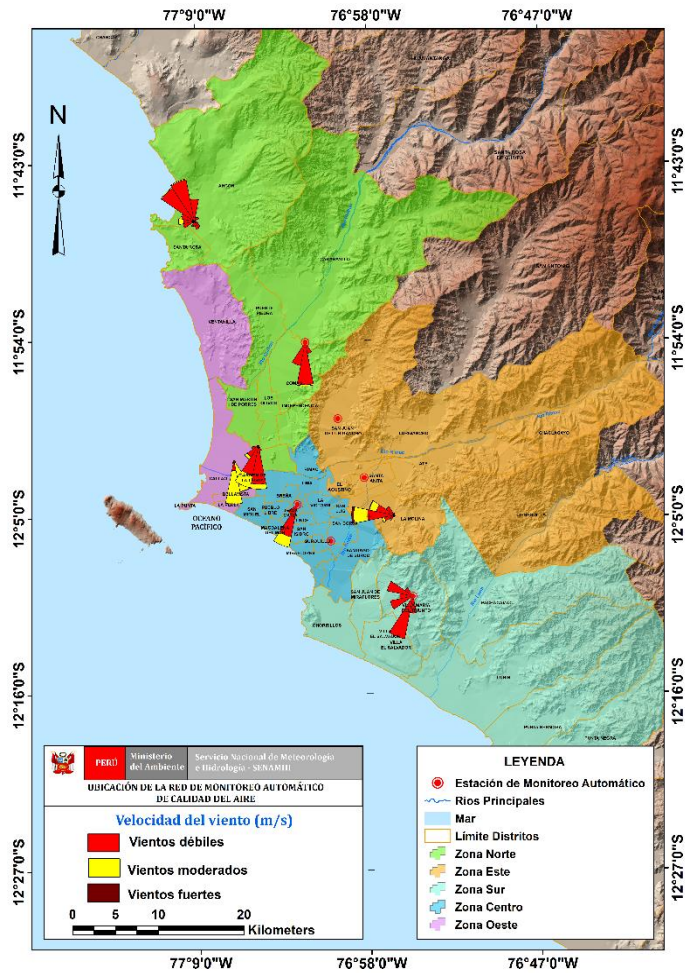


Figura N° 08. Rosas de viento para el horario vespertino en el AMLC.

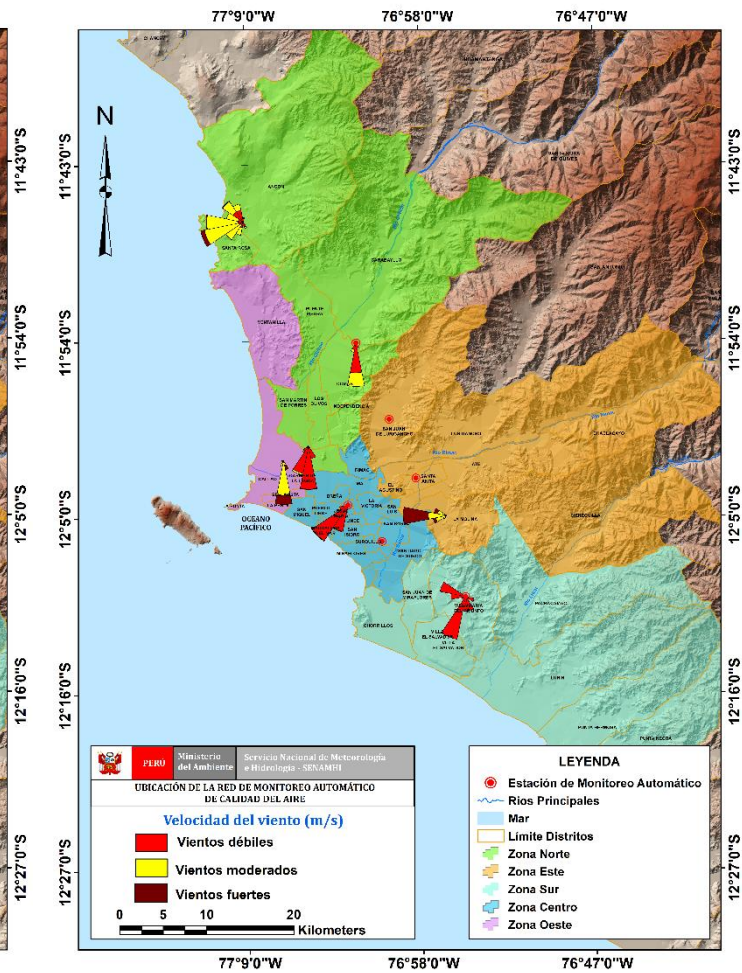
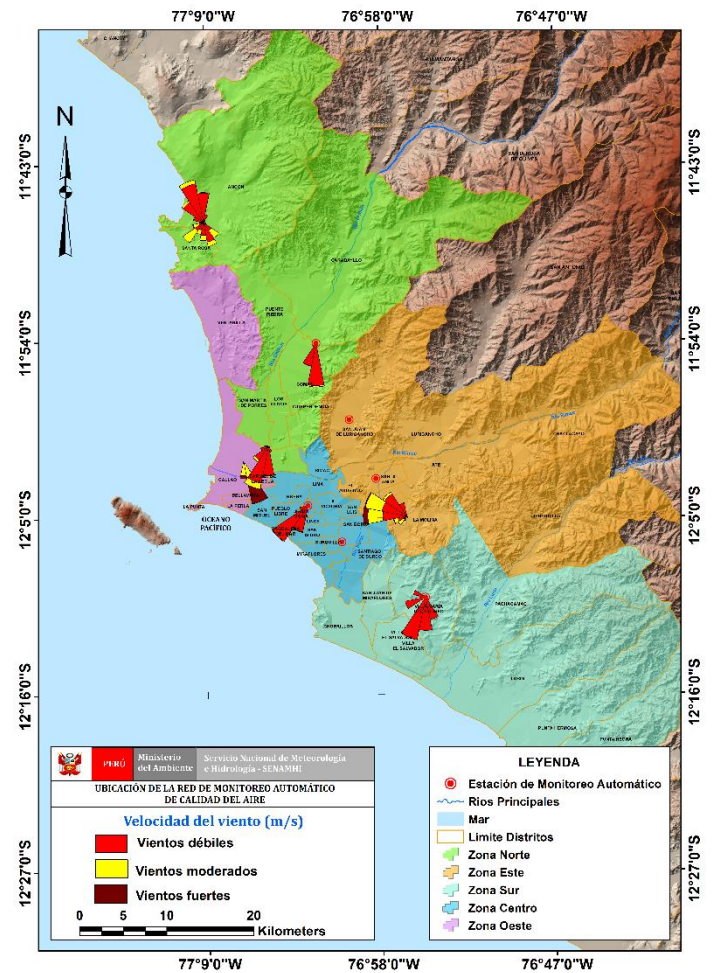


Figura N°09. Rosas de viento para el horario nocturno en el AMLC.



Las figuras N° 07, 08 y 09, muestran el comportamiento de la dirección y velocidad del viento en cada una de las estaciones meteorológicas automáticas para los horarios diurnos (07:00 - 11:59 horas), vespertinos (12:00 -18:59 horas) y nocturnos (19:00 - 06:59 horas).

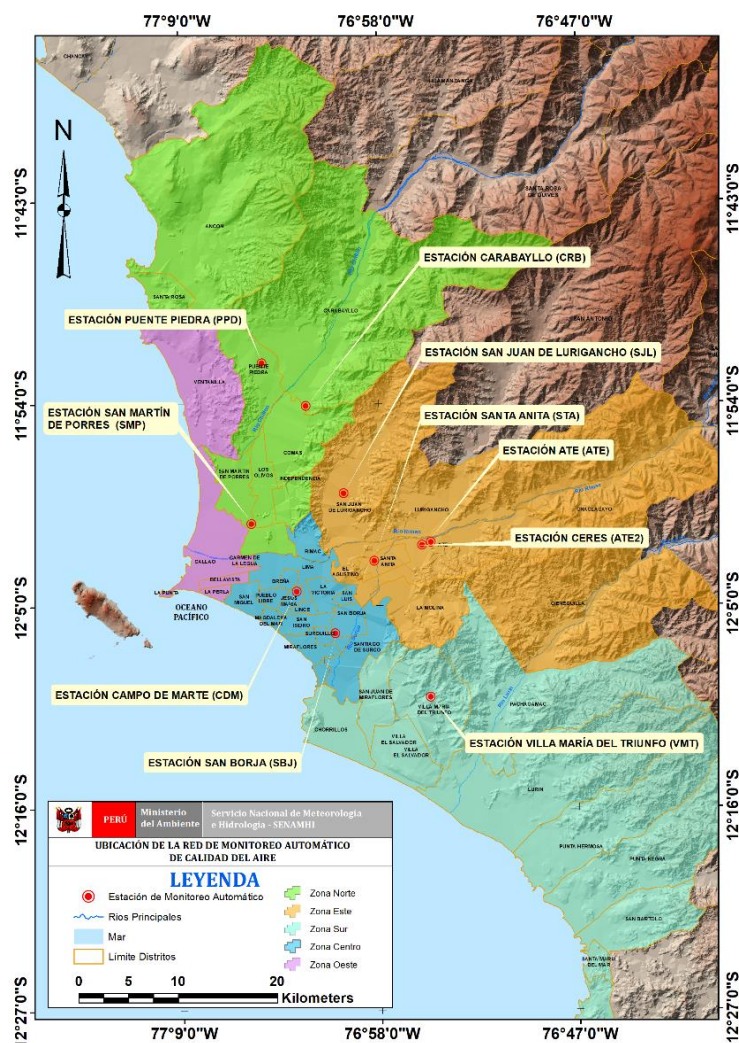
2. RED DE MONITOREO AUTOMÁTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL AMLC

El SENAMHI realiza la vigilancia a través de una Red de Monitoreo Automático de la Calidad del Aire (REMCA), la cual mide las concentraciones horarias de los contaminantes PM₁₀ (material particulado menor a 10 micras), PM_{2.5} (material particulado menor a 2.5 micras), NO₂ (dióxido de nitrógeno), O₃ (ozono troposférico) y CO (monóxido de carbono).

Cuadro N° 01. Zonas, nombres y ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

ZONA	NOMBRE/UBICACIÓN
Norte	Estación Puente Piedra (PPD) Complejo Municipal "El gallo de oro" del distrito de Puente Piedra
	Estación Carabayllo (CRB) Piscina Municipal del distrito de Carabayllo
	Estación San Martín de Porres (SMP) Parque Ecológico del distrito de San Martín de Porres
Este	Estación San Juan Lurigancho (SJL) Universidad César Vallejo en el distrito de San Juan de Lurigancho
	Estación Ate (ATE) Plaza de Amas del distrito de Ate
	Estación Ceres (ATE2) Plaza Cívica de Ceres del distrito de Ate
	Estación Santa Anita (STA) Palacio Municipal del distrito de Santa Anita
Sur	Estación Villa María del Triunfo (VMT) Parque Nueva Esperanza en el distrito de Villa María del Triunfo
Centro	Estación San Borja (SBJ) Polideportivo Limatambo del distrito de San Borja
	Estación Campo de Marte (CDM) Parque Campo de Marte en el distrito de Jesús María.

Figura N° 10. Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en el AMLC.



Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

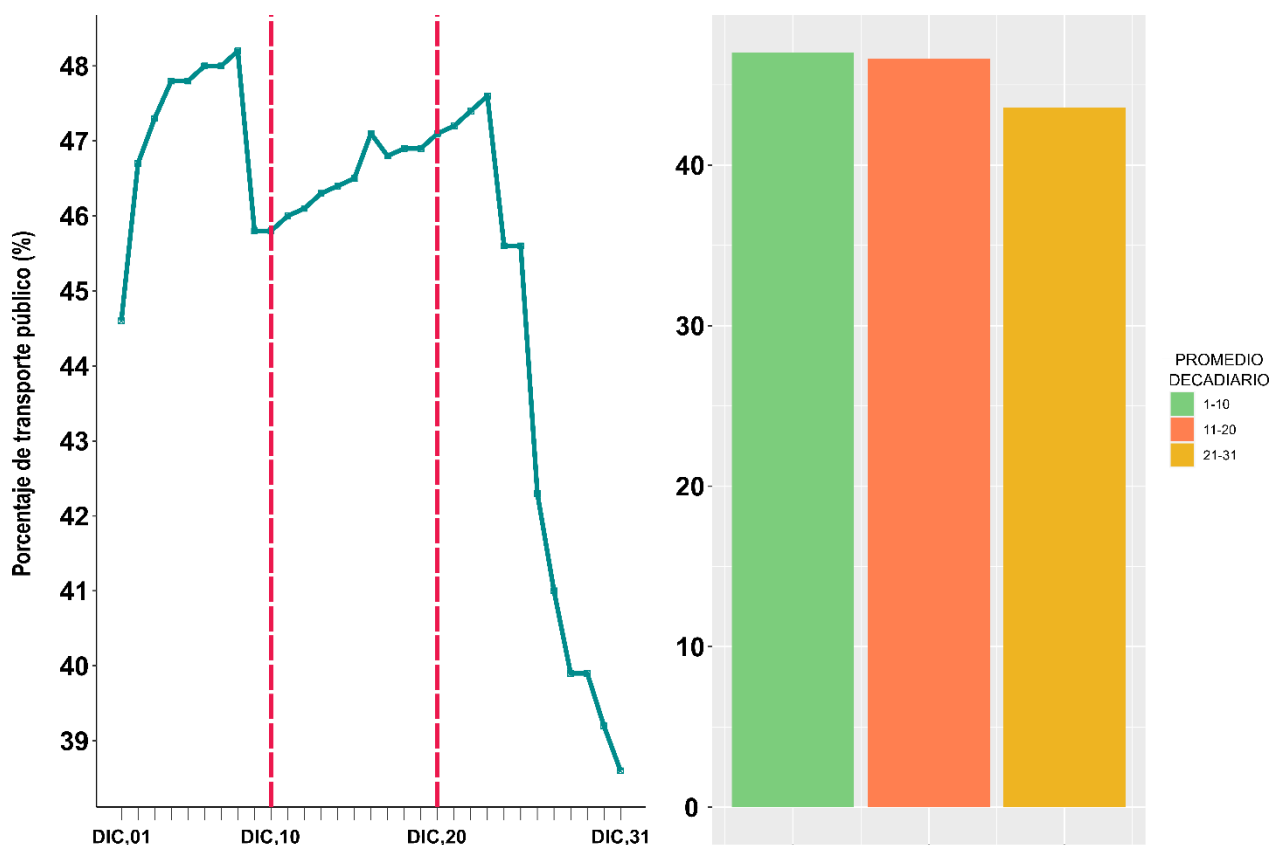
La Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente define al estándar de calidad ambiental (ECA) como **"la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua y suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente"**. Por lo tanto, para el caso de los contaminantes del aire, las concentraciones de cada uno de estos no deben superar su respectivo Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA-aire) a fin de evitar problemas en la salud de las personas y el ambiente. Asimismo, los valores de los ECA-aire son establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y estipulados en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

3. ACTIVIDAD DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO

Moovit es una aplicación que muestra cómo se desplazan las personas cada día en transporte público en Lima Metropolitana, en comparación con otras ciudades del mundo. Esta aplicación determina el promedio de tiempo de viaje y de espera de los usuarios, así como también la distancia que el usuario viaja para llegar a trabajar en transporte público. Moovit utiliza algoritmos avanzados de Big Data para realizar cálculos estadísticos con la información obtenida de OpenStreetMap (también conocido como OSM), el cual genera mapas editables y libres con información geográfica capturada con dispositivos GPS móviles y ortofotografías.

En la figura N°11 se observa una tendencia creciente en la actividad vehicular en las decadiarias 1 y 2, obteniéndose los mayores porcentajes de actividad vehicular en la decadiaria 1 durante el mes de diciembre. Asimismo, se puede observar que en la decadiaria 3 se registró los menores porcentajes de transporte público. Cabe mencionar que, un alto porcentaje de actividad vehicular está estrechamente relacionado con el aumento de emisiones de contaminantes del aire, mientras que un bajo porcentaje de éstas, se relaciona a una disminución de emisiones.

Figura N° 11. Porcentaje de transporte público en el AMLC.



4. VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE A TRAVÉS DE ESTACIONES DE MONITOREO EN EL AMLC

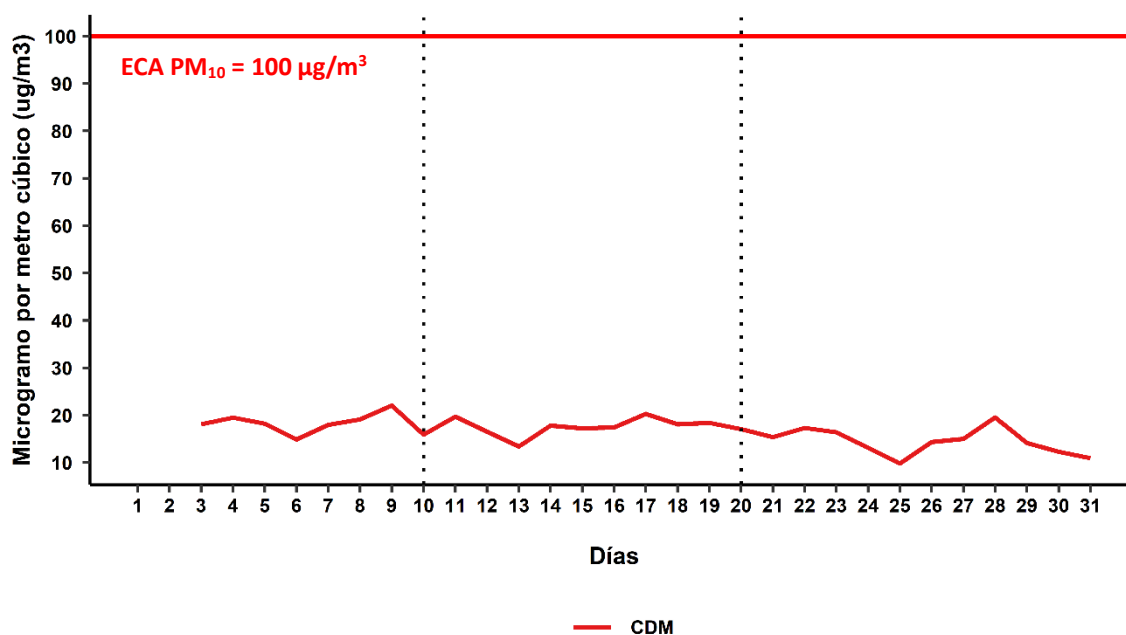
Con los datos de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire ubicadas en el AMLC, se realizó un análisis de la variabilidad diaria y/o horaria de las concentraciones del PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, O₃ y CO. Los datos provinieron de las estaciones: Carabayllo (CRB), San Martín de Porres (SMP), San Juan de Lurigancho (SJL), Santa Anita (STA), Villa María del Triunfo (VMT), San Borja (SBJ) y Campo de Marte (CDM).

4.1. CONCENTRACIONES DIARIAS DEL PM₁₀

En la figura N° 12 se observa que la concentración diaria registrada en la estación no superó el ECA-aire para PM₁₀ (100 µg/m³ como promedio diario) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar lo siguiente:

- **Zona centro:** En la estación Campo de Marte (CDM) la concentración máxima fue 22.06 µg/m³ (miércoles 09) y la mínima fue de 9.82 µg/m³ (viernes 25).

Figura N° 12. Variación diaria del PM₁₀ (µg/m³) en el AMLC.

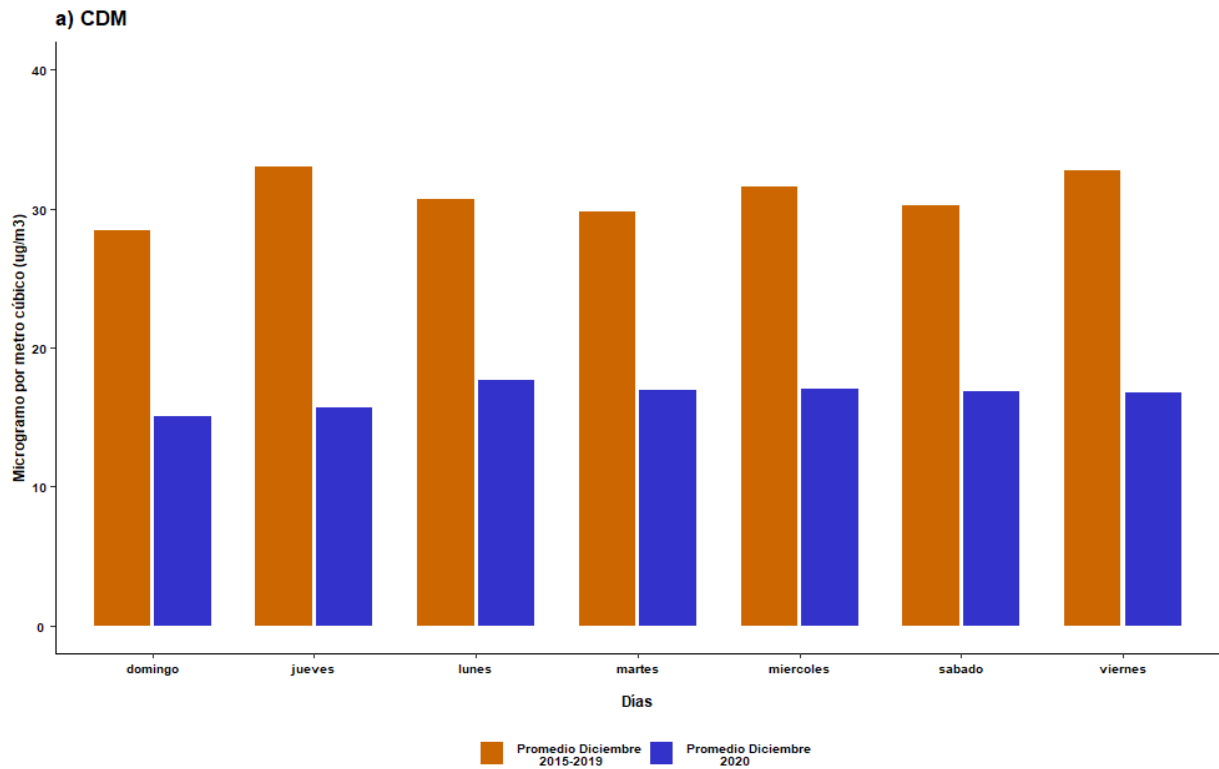


Asimismo, se observó en promedio un incremento de las concentraciones de PM₁₀ en la decadiaria 1, lo que estuvo relacionado a factores meteorológicos como el incremento de las temperaturas y a una disminución de la altura de capa límite atmosférica durante los últimos días (mencionado en la sección 1.3). En la decadiaria 2, se apreció un incremento de las concentraciones de PM₁₀ los días 11, 14 y 17, lo cual estaría asociada a menores porcentajes de humedad relativa, mayores temperaturas y a una disminución de la altura de la capa límite atmosférica (mencionado en la sección 1.3). En la decadiaria 3, se observó en promedio una ligera disminución de las concentraciones de PM₁₀, lo que estuvo relacionado al incremento de la altura de capa límite atmosférica los días 21, 22, 23 y 24 (mencionado en la sección 1.3).

Las concentraciones más bajas fueron alcanzadas los días 06 (domingo), 13 (domingo) y 25 (viernes), los cuales podría atribuirse a un descenso de la temperatura, aumento de la humedad relativa e incremento de altura de la capa límite atmosférica (mencionado en la sección 1.3).

En la figura N° 13 se presenta la variación diaria en la semana de las concentraciones del PM₁₀ históricas (periodo 2015 - 2019) para diciembre y el periodo de estado de emergencia (diciembre 2020), donde se ha observado que la estación Campo de Marte (CDM) mostró una disminución de 38% (figura N° 13a).

Figura N° 13. Comparativo de las concentraciones históricas y las registradas durante el estado de emergencia para el PM₁₀.

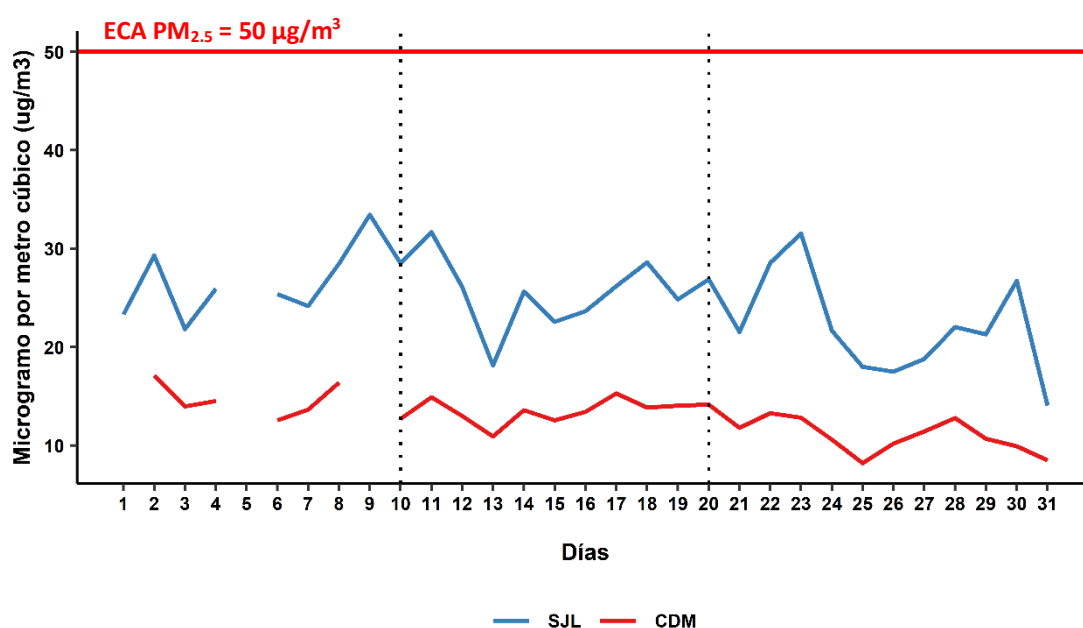


4.2. CONCENTRACIONES DIARIAS DEL PM_{2.5}

En la figura N° 14 se observa que las concentraciones diarias registradas en las estaciones no superaron el ECA-aire para PM_{2.5} (50 µg/m³ como promedio diario) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar lo siguiente:

- **Zona este:** En la estación San Juan de Lurigancho (SJL) la concentración máxima fue 33.46 µg/m³ (miércoles 09) y la mínima fue de 14.07 µg/m³ (jueves 31).
- **Zona centro:** En la estación Campo de Marte (CDM) la concentración máxima fue 17.10 µg/m³ (miércoles 02) y la mínima fue de 8.22 µg/m³ (viernes 25).

Figura N° 14. Variación diaria del PM_{2.5} (µg/m³) en el AMLC.

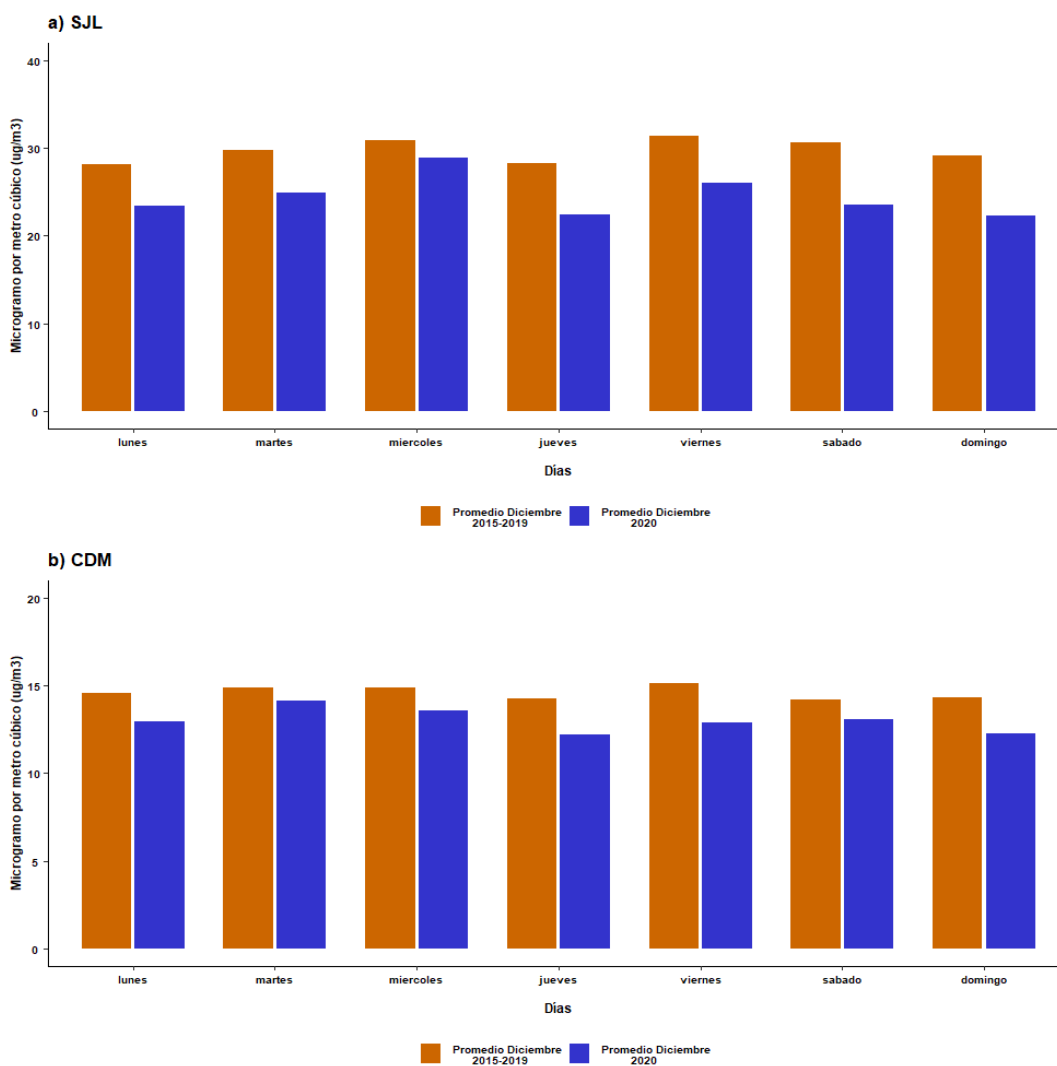


En la decadiaria 1 se observó un ligero incremento de las concentraciones del PM_{2.5} (principalmente los últimos días), lo que estuvo relacionado a la disminución de la altura de la capa límite atmosférica (mencionado en la sección 1.3) y al incremento de la actividad vehicular en los primeros días (mencionado en la sección 3). En la decadiaria 2, existió en promedio una disminución de las concentraciones de PM_{2.5}, lo que estuvo asociado a una disminución de la actividad vehicular los primeros días (mencionado en la sección 3). Mientras que, en la decadiaria 3 se observa una ligera disminución de las concentraciones de PM_{2.5}, debido a factores meteorológicos como incremento de temperatura y disminución de la humedad relativa (mencionado en la sección 1.3).

Además de lo ya explicado, los días 13 (domingo), 21 (lunes) 25 (viernes) y 31 (jueves) se registró las concentraciones más bajas del PM_{2.5}, lo cual estuvo asociado al incremento de las temperaturas y al aumento de la altura de la capa límite atmosférica (mencionado en la sección 1.3).

En la figura N° 15 se presenta la variación diaria en la semana de las concentraciones del PM_{2.5} históricas (periodo 2015 - 2019) para diciembre y el periodo de estado de emergencia (diciembre 2020), donde se ha observado que la estación San Juan de Lurigancho (SJL) mostró una disminución de 17% (figura N° 15a), mientras que la estación Campo de Marte (CDM) mostró una disminución de 10% (figura N° 15b). En promedio se registró una disminución de 14%.

Figura N° 15. Comparativo de las concentraciones históricas y las registradas durante el estado de emergencia para el PM_{2.5}.

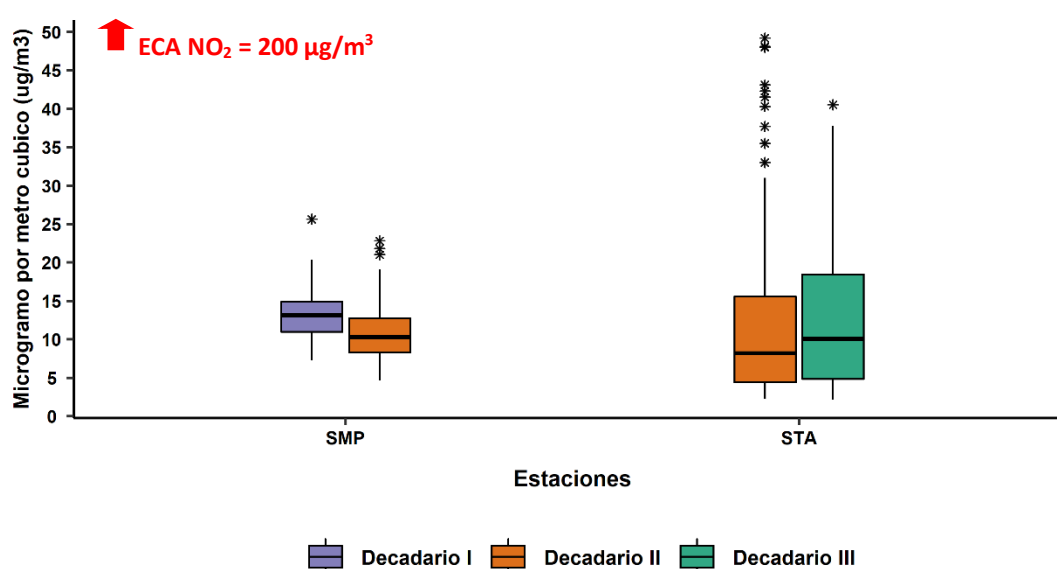


4.3. CONCENTRACIONES HORARIAS DEL NO₂

En la figura N° 16 se observa que las concentraciones horarias registradas en las estaciones no superaron el ECA-aire para NO₂ (200 µg/m³ como promedio de una (01) hora) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar lo siguiente:

- **Zona norte:** En la estación San Martín de Porres (SMP) la concentración máxima fue 25.60 µg/m³ (martes 08 a las 13:00 horas) y la mínima fue de 4.60 µg/m³ (jueves 17 a las 03:00 horas).
- **Zona este:** En la estación Santa Anita (STA) la concentración máxima fue 49.20 µg/m³ (jueves 17 a las 12:00 horas), mientras que la mínima fue de 2.10 µg/m³ (viernes 25 a las 05:00 horas).

Figura N° 16. Variación horaria del NO₂ (µg/m³) en el AMLC.



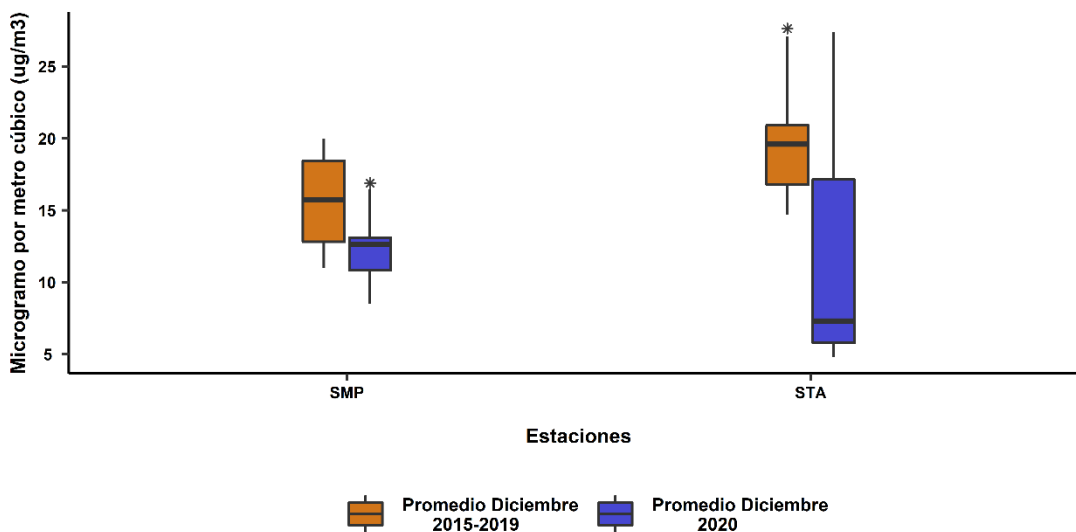
Durante el mes de diciembre, las mayores concentraciones del NO₂ se registraron en los horarios de mayor actividad vehicular (horas pico), las cuales están comprendidas en las primeras horas del día (7:00 horas hasta las 12:00 horas) y primeras horas de la noche (desde las 18:00 y 21:00 horas). Asimismo, las mayores concentraciones registradas en las estaciones fueron en la decadiaria 1.

El incremento de las concentraciones del NO₂ registradas durante la decadiaria 1, estarían asociadas principalmente al incremento de la actividad vehicular los últimos días (89% de las emisiones de NO_x provienen de vehículos a diésel⁵; mencionado en la sección 3).

En la figura N° 17 se presentan las variaciones horarias de las concentraciones del NO₂ históricas (periodo 2015 al 2019) para diciembre y el periodo de estado de emergencia (diciembre 2020), donde se observó que la estación San Martín de Porres (SMP) una disminución de 19% y la estación Santa Anita (STA) una disminución de 38%. En promedio se registró una reducción de 28% para las 2 estaciones.

5. Documento: Informe N° 00283-2019-MINAM/VMGA/DGCA/DCAE – “Diagnóstico de la Gestión de la Calidad del Aire de Lima y Callao”.

Figura N° 17. Comparativo entre las concentraciones históricas y las registradas durante el estado de emergencia para el NO₂

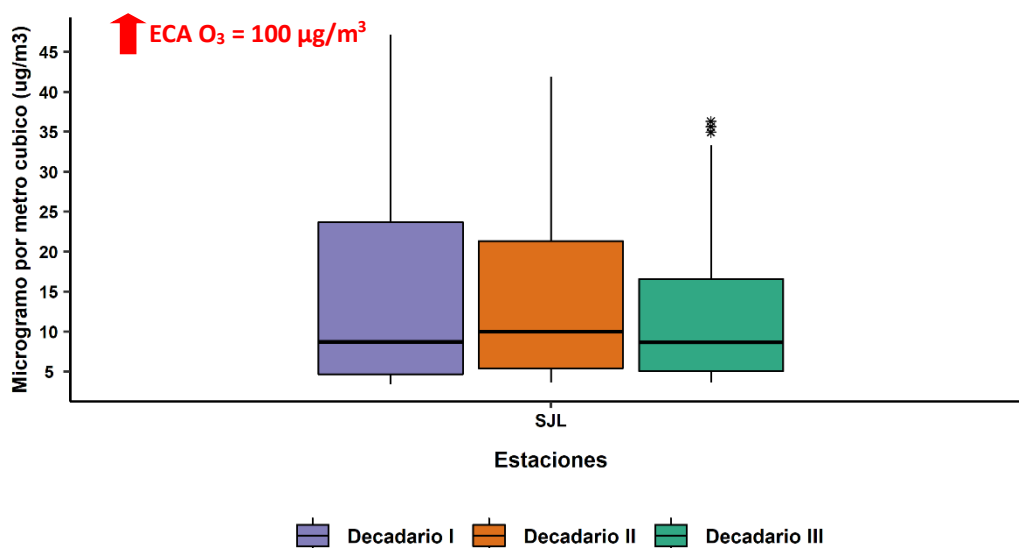


4.4. CONCENTRACIONES HORARIAS (PROMEDIO MÓVIL DE 8 HORAS) DEL O₃

En la figura N° 18 se observa que las concentraciones horarias (promedio móvil de 8 horas) registradas en las estaciones no superaron el ECA-aire para O₃ (100 µg/m³) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar lo siguiente:

- **Zona Este:** En la estación San Juan de Lurigancho (SJL) la concentración máxima fue 47.11 µg/m³ (martes 01 a las 18:00 horas) y la mínima fue 3.43 µg/m³ (domingo 06 a las 02:00 horas).

Figura N° 18. Variación horaria (promedio móvil de 8 horas) del O₃ (µg/m³) en el AMLC.



Durante el mes de diciembre, las mayores concentraciones del O₃ en el AMLC se registraron en los horarios posteriores al periodo de máxima radiación solar⁶ (comprendido entre las 11:00 horas y 15:00 horas). Asimismo, las mayores concentraciones registradas en las estaciones fueron en la decadiaria 2.

6. Documento: Boletín Mensual de la Vigilancia de la Radiación UV en ciudades del Perú – diciembre 2020.

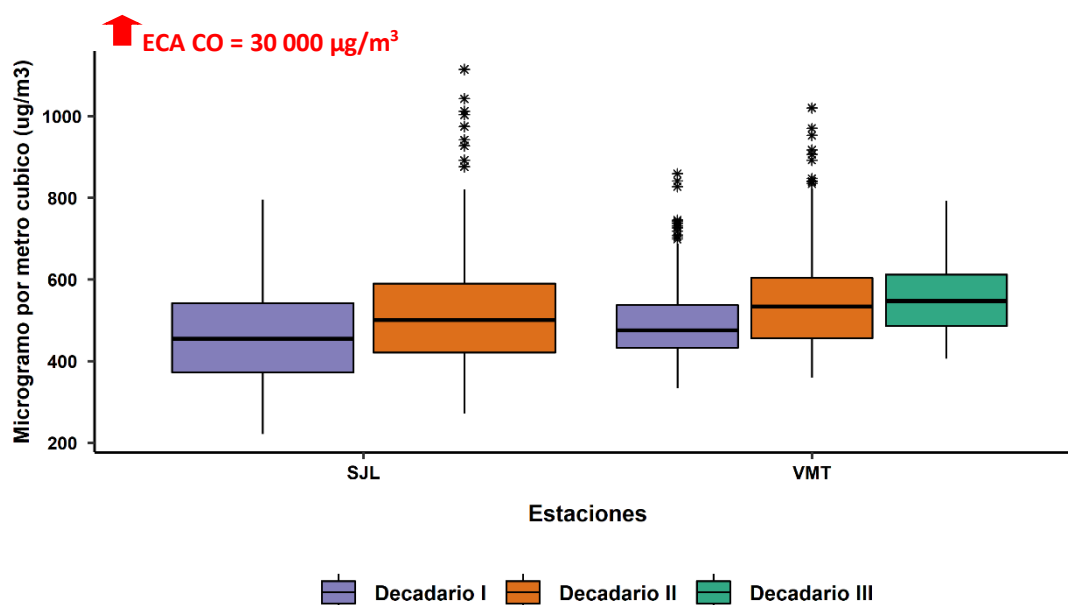
La formación de ozono en la decadiaria 2 se vio condicionada al incremento de las temperaturas (mencionado en la sección 1.3), lo que generó una ligera disminución de las concentraciones de NO₂ (mencionado en la sección 4.3).

4.5. CONCENTRACIONES HORARIAS DEL CO

En la figura N° 19 se observa que las concentraciones horarias registradas en las estaciones no superaron el ECA-aire para el CO (30 000 µg/m³) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar lo siguiente:

- **Zona Este:** En la estación San Juan de Lurigancho (SJL) la concentración máxima fue 1020.30 µg/m³ (sábado 19 a las 10:00 horas) y la mínima fue 334.10 µg/m³ (viernes 04 a las 03:00 horas).
- **Zona Sur:** En la estación Villa María del Triunfo (VMT) la concentración máxima fue 1114.70 µg/m³ (miércoles 16 a las 11:00 horas) y la mínima fue 221.20 µg/m³ (lunes 07 a las 03:00 horas).

Figura N° 19. Variación horaria del CO (µg/m³) en el AMLC.



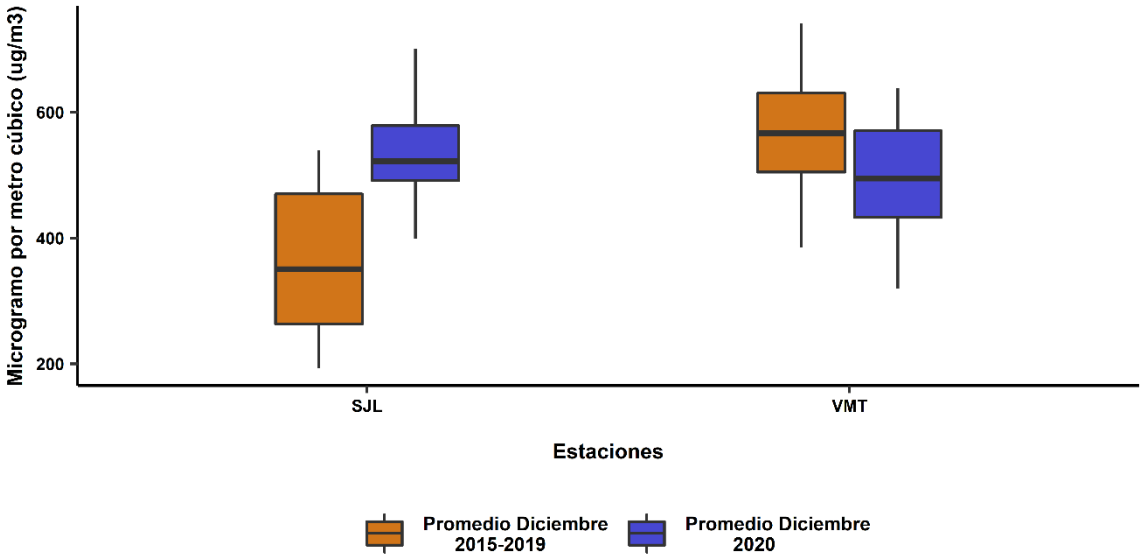
Durante el mes de diciembre, las mayores concentraciones del CO se registraron en la primera hora pico del AMLC (06:00 horas hasta las 12:00 horas). Asimismo, las concentraciones horarias registradas en la decadiaria 2 son ligeramente mayores en comparación a las decadiaria 1.

El incremento de las concentraciones del CO registradas durante la decadiaria 2, estarían asociadas principalmente al incremento de la actividad vehicular, principalmente los últimos días (87% de las emisiones de CO provienen de los vehículos a gasolina/gasohol⁷; mencionado en la sección 3).

7. Documento: Informe N° 00283-2019-MINAM/VMGA/DGCA/DCAE – “Diagnóstico de la Gestión de la Calidad del Aire de Lima y Callao”.

En la figura N° 20 se presentan las variaciones horarias de las concentraciones del NO₂ históricas (periodo 2015 al 2019) para diciembre y el periodo de estado de emergencia (diciembre 2020), donde se observó que la estación San Juan de Lurigancho (SJL) mostró un incremento de 41%, mientras que la estación Villa María del Triunfo (VMT) mostró una disminución de 13%.

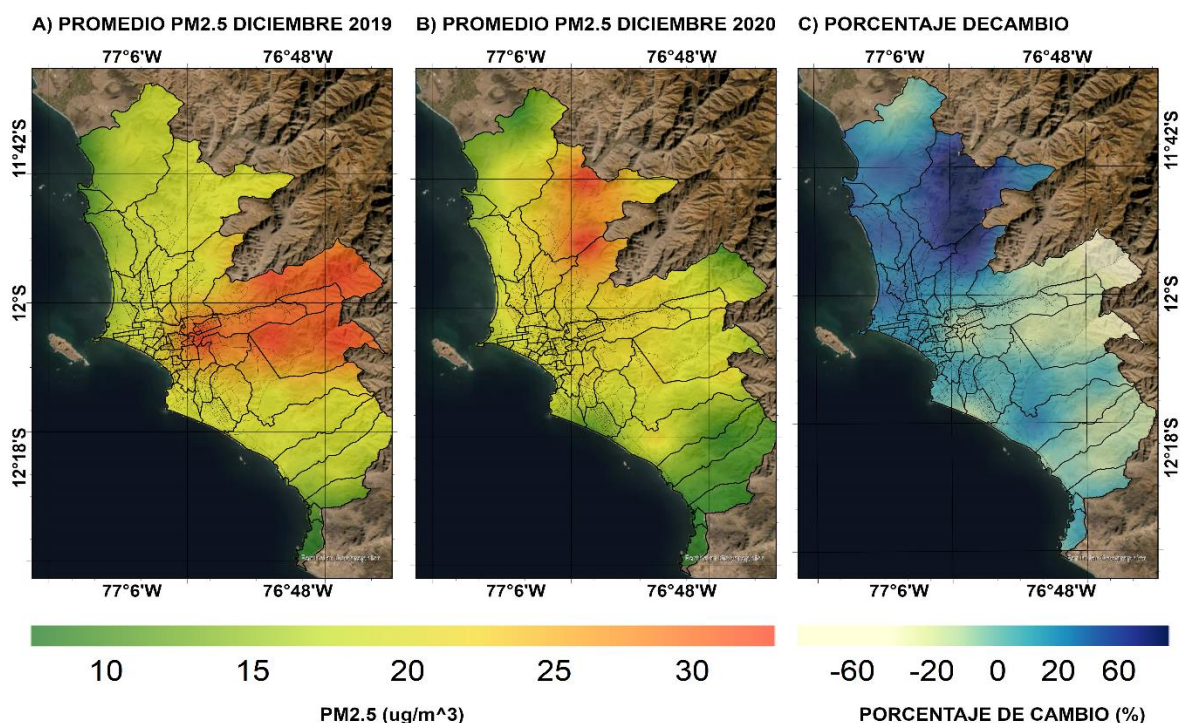
Figura N° 20. Comparativo entre las concentraciones históricas y las registradas durante el estado de emergencia para el CO



5. VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE A TRAVÉS DE MODELOS NUMÉRICOS PARA EL AMLC

La figura N° 21 muestra la distribución espacial de las concentraciones promedio de $PM_{2.5}$ en superficie para el AMLC, elaboradas con los datos del modelo numérico de calidad del aire del Servicio del Monitoreo Atmosférico Copernicus (CAMS, por sus siglas en inglés), que fue implementado por el Centro Europeo de Pronóstico del Tiempo de Rango Medio (ECMWF por sus siglas en inglés). Es así que, la figura N°21a muestra la distribución promedio de $PM_{2.5}$ para el mes de diciembre del año 2019, la figura N°21b muestra la distribución espacial del $PM_{2.5}$ para el mes de diciembre del año 2020 (durante el estado de emergencia) y la figura N°21c muestra el porcentaje de cambio del $PM_{2.5}$ de diciembre 2020 con respecto a diciembre del 2019.

Figura N° 21. distribución espacial de las concentraciones promedio de $PM_{2.5}$ en superficie para el AMLC



La mayor cantidad de concentraciones de $PM_{2.5}$ se registró durante diciembre del 2019 (figura N°21a), con una ligera disminución en diciembre del 2020 (figura N°21b), alcanzando una reducción de hasta un 60% (figura N°21c).

6. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL AMLC

El índice de calidad del aire (ICA), está basado en valores establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US-EPA por sus siglas en inglés). Los ICAs son valores que permiten informar el estado de la calidad del aire, permitiendo a la población conocer sobre qué tan limpio o saludable está el aire y que efectos podría causar en la salud (Cuadro N°2).

Cuadro N° 02: Estados de la Calidad del Aire y su Implicancia en las personas.

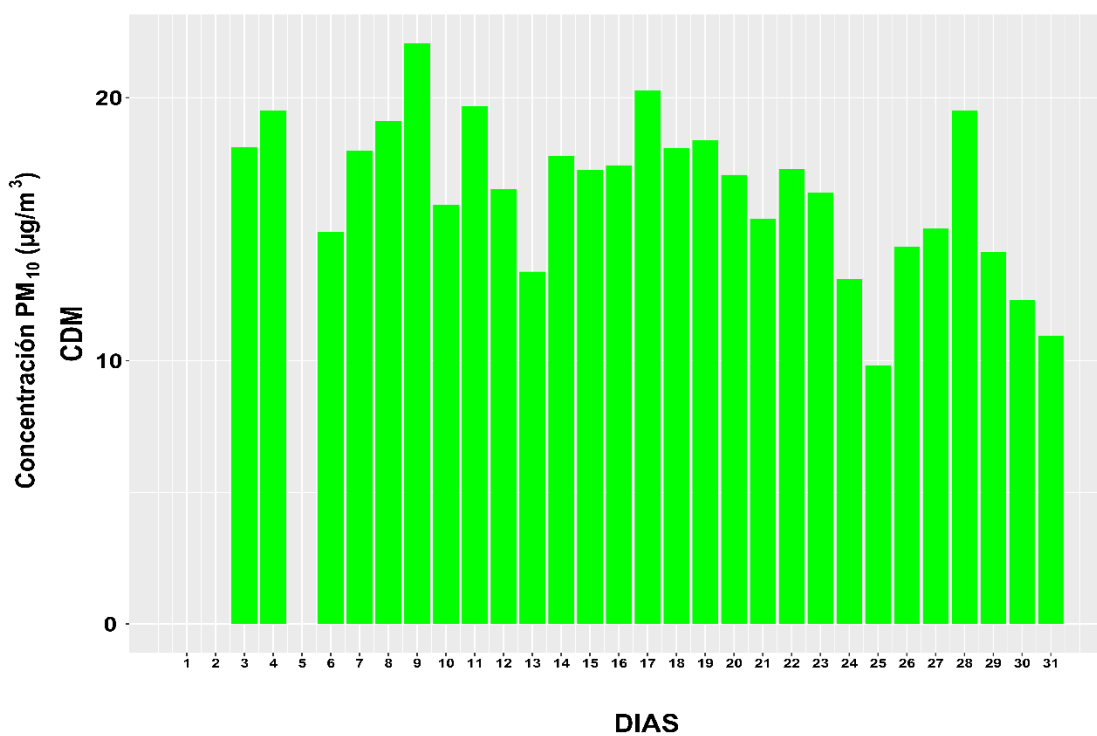
ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE	ESTADO	PM ₁₀ (µg/m ³) 24-horas	PM _{2.5} (µg/m ³) 24-horas	¿QUIÉN SE DEBE PREOCUPAR?	MEDIDAS A TOMAR POR LA POBLACIÓN
0 – 50	BUENA	0 - 54	0.0 –12.0	Ninguno, No existe riesgo	La calidad del aire es aceptable se puede realizar actividades al aire libre
51 – 100	MODERADA	55 - 154	12.1 - 35.4	Personas que podrían ser excepcionalmente sensibles a la contaminación por partículas.	Personas excepcionalmente sensibles: Contemplar reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso al aire libre. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar. Esto indica que se debe reducir el esfuerzo. Para el resto de las personas: ¡Es un buen día para realizar actividades al aire libre!
101 – 150	INSALUBRE PARA GRUPOS SENSIBLES	155 - 254	35.5 - 55.4	Los grupos sensibles comprenden a personas con cardiopatías o enfermedades pulmonares, adultos mayores, niños y adolescentes.	Grupos sensibles: Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Está bien realizar actividades al aire libre, pero descanse a menudo y realice actividades menos intensas. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar. Las personas asmáticas deben seguir sus planes de acción y tener a mano medicamentos de acción rápida. Si padece de una cardiopatía: Síntomas como palpitaciones, dificultad para respirar o fatiga inusual pueden indicar un problema grave. Si sufre cualquiera de estos síntomas, comuníquese con su proveedor médico.
151 – 200	INSALUBRE	255 - 354	55.5 -150.4	Todos	Grupos sensibles: Evitar actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Tener en cuenta la posibilidad de realizar las actividades al interior de sus casas. Para el resto de las personas: Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Descansar a menudo durante las actividades al aire libre.

Fuente: https://www3.epa.gov/airnow/airnow_brochure_02_14.pdf

6.1. ESTADOS DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL PM₁₀

La figura N° 22 muestra las concentraciones promedio de 24 horas para el PM₁₀ asociados a su respectivo estado de la calidad del aire, donde se observó que la estación Campo de Marte (CDM) mostró todos días un estado “bueno”.

Figura N° 22. Estados de la Calidad del Aire para PM₁₀

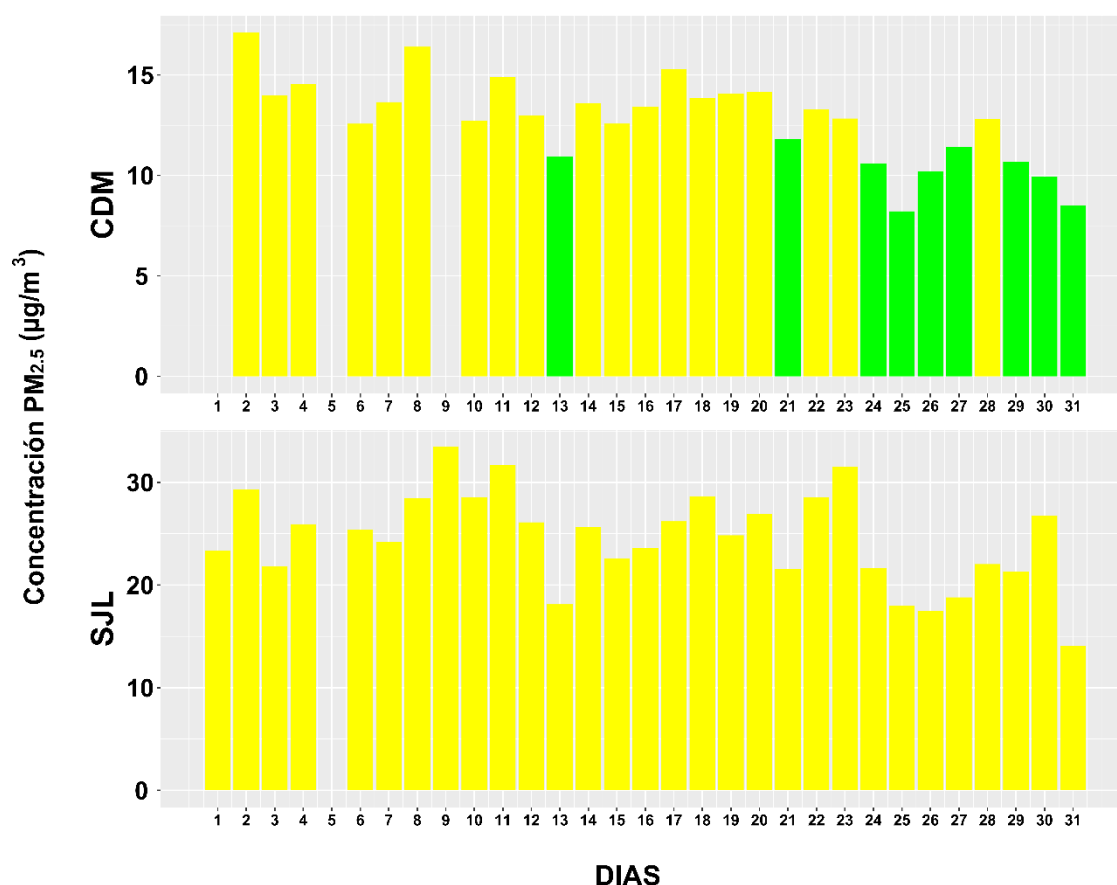


Concentración PM ₁₀ (µg/m ³)		Estado	Índice de Calidad del Aire - EPA	
0	54	Buena	0	50
55	154	Moderada	51	100
155	254	Insalubre para grupos sensibles	101	150
255	354	Insalubre	151	200

6.2. ESTADOS DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL PM_{2.5}

La figura N° 23 muestra las concentraciones promedio de 24 horas para el PM_{2.5} asociados a su respectivo estado de la calidad del aire, donde se observó que la estación San Juan de Lurigancho (SJL) presentó todos los días con estado de la calidad del aire “moderado”. Asimismo, la estación Campo de Marte (CDM) presentó 19 días con estado “moderado” y 9 días un estado “bueno”.

Figura N° 23. Estados de la Calidad del Aire para PM_{2.5}



Concentración PM _{2.5} (µg/m ³)		Estado	Índice de Calidad del Aire - EPA	
0	12	Buena	0	50
12.1	35.4	Moderada	51	100
35.5	55.4	Insalubre para grupos sensibles	101	150
55.5	150.4	Insalubre	151	200

7. CONCLUSIONES

- Las condiciones meteorológicas influyeron en el comportamiento diario y horario de los contaminantes del aire en el AMLC durante el mes de diciembre. La disminución de la humedad relativa e incremento de la temperatura en los últimos días de la decada 1, favorecieron al incremento del PM_{10} . En la decada 3, el incremento de la temperatura y la disminución de la humedad relativa generaron condiciones para una ligera disminución de $PM_{2.5}$.
- Las concentraciones diarias del PM_{10} mostraron en promedio un incremento en la decada 1. Asimismo, las concentraciones diarias del $PM_{2.5}$ fueron mayores en la decada 1.
- Los contaminantes gaseosos NO_2 y CO no superaron sus respectivos ECA-aire. Asimismo, realizando una comparación del NO_2 con sus datos históricos (2015-2019) se evidenció una disminución significativa de las concentraciones en el mes de diciembre 2020.
- El O_3 no superó su respectivo ECA-aire. Asimismo, la estación SJL registró las concentraciones más altas en la decada 2.
- Los datos mostrados por el modelo (CAM5), indicaron disminuciones del material particulado menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$) hasta un 60% sobre el AMLC, en comparación al mes de diciembre del 2019.
- Con respecto a los estados de la calidad del aire se pudo apreciar que, el contaminante PM_{10} presentó todos los días estado “bueno” en la estación CDM durante el mes de diciembre. Asimismo, el contaminante $PM_{2.5}$ presentó todos los días estados de calidad del aire “moderado” en la estación SJL, mientras que la estación CDM presentó nueve días estado “bueno”.

8. PERSPECTIVAS DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL MES DE ENERO 2021

De acuerdo al pronóstico climático⁸, se espera que en el AMLC las temperaturas máximas y mínimas alcancen sus valores normales, lo que favorecería principalmente al incremento gradual de las concentraciones de PM_{10} en las zonas donde existe presencia de polvo y disminución de las concentraciones de $PM_{2.5}$. Sin embargo, dado a que las medidas como el aislamiento social obligatorio se levantaron (trayendo como consecuencia un aumento de las emisiones vehiculares e industriales) se espera que las concentraciones de ambos contaminantes alcancen valores cercano a sus promedios históricos para el mes de enero 2021.

8. Documento: Boletín climático nacional – enero 2021 SENAMHI

Para más información sobre el presente informe, contactar con:

Ing. Jhojan Pool Rojas Quincho

jprojas@senamhi.gob.pe

Subdirector de Evaluación del Ambiente Atmosférico

Elaboración

Ing. Francesco Renato Urdanivia Lermo (furdanivia@senamhi.gob.pe)

Mg.Sc. Alan Jesús García Rosales

Ing. Elvis Anthony Medina Dionicio

Ing. Roy Antonio Garay Saravia (rgaray@senamhi.gob.pe)

Apoyo

Tec. Rosalinda Aguirre Almeйда

Para estar informado permanentemente sobre la **EVOLUCIÓN HORARIA DE LOS CONTAMINANTES PRIORITARIOS DEL AIRE** en Lima Metropolitana visita este enlace:

<http://www.senamhi.gob.pe/?p=calidad-de-aire>

Encuentra los últimos **6 BOLETINES MENSUALES DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE** de Lima Metropolitana en el siguiente enlace:

<http://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>

Próxima actualización: 15 de febrero de 2021