

BOLETÍN **VIGILANCIA DE** **CALIDAD DEL AIRE**

Área metropolitana de Lima y Callao

Julio 2023



VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO (AMLC) – JULIO 2023

PRESENTACIÓN

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) presenta el boletín 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). Asimismo, se realizó un análisis sinóptico y oceánico a partir de la documentación técnica del SENAMHI para el mes de julio^{1,2} y las salidas resultantes de la aplicación del modelo Weather Reserach and Forecasting (WRF)³ para el ámbito del AMLC. Por otro lado, se realizó un análisis del comportamiento del tránsito vehicular lento en el AMLC a partir de imágenes de Google Traffic⁴. 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 e información del satélite Sentinel 5P⁵.

*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 Informe de Vigilancia Sinóptica de Sudamérica – julio 2023. Obtenido de: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02214SENA-101.pdf>

² Boletín climatológico de Lima – julio 2023. Obtenido de: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02232SENA-109.pdf>

³ Sistema de predicción meteorológica a mesoescala de última generación diseñado tanto para la investigación atmosférica como para aplicaciones de predicción operativa (Mesoscale & Microscale Meteorology Laboratory - NCAR, s.f.).

⁴ Visor web de la empresa Google que muestran en tiempo real y a nivel histórico el estado del tránsito vehicular en las calles del AMLC desde una categoría de rápido a lento.

⁵ Satélite de la misión Copernicus de la Agencia Espacial Europea que realiza mediciones atmosféricas con alta resolución espacio-temporal (The European Space Agency, s.f.).

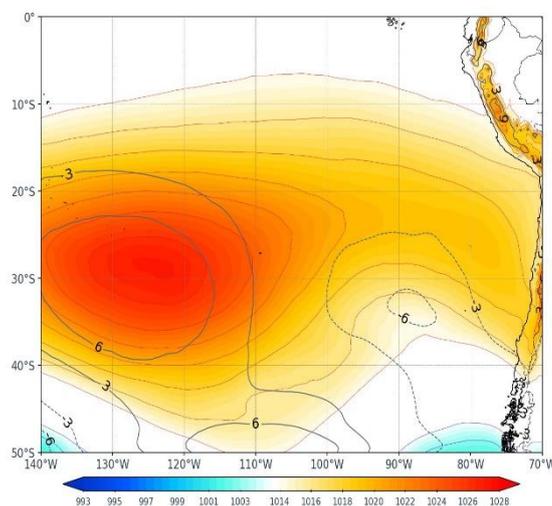
1. ANALISIS SINOPTICO Y OCEANICO

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

1.1. PRIMERA DECADIARIA (1 al 10 de julio)

En superficie, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una tendencia a dividirse con núcleo dominante sobre los 30°S y 120°W estando climáticamente desplazado hacia el oeste¹ (Figura N°01a), esta condición pudo generar debilitamiento en las velocidades de viento y la intensidad de la presión en costa peruana, favoreciendo al incremento de temperatura y expansión de capa límite atmosférica. En cuanto a los flujos de viento en niveles superficiales, estos presentaron una dirección predominante que proviene del sur – sureste, paralelos a la costa y de velocidad entre 2 m/s y 3 m/s. Por otro lado, las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) estuvieron cercanos a los +3.7 °C frente a las costas del AMLC⁶, lo cual repercutió en la ocurrencia de incrementos en las temperaturas máximas y mínimas de +4.4°C y +2.8°C respectivamente².

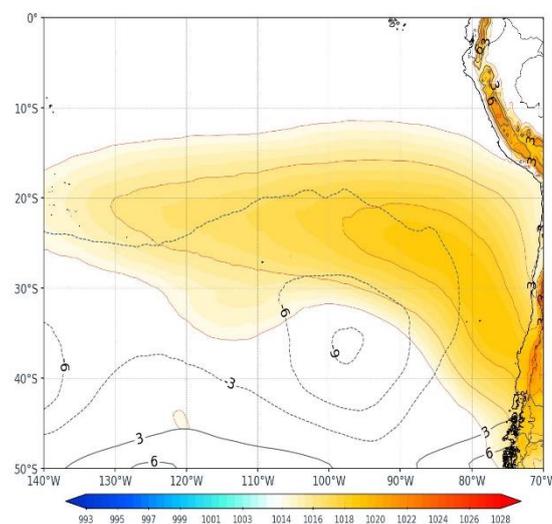
Figura N°01a. Variación del APS en la decadiaria 1.



1.2. SEGUNDA DECADIARIA (11 al 20 de julio)

Para la segunda decadiaria, el APS prevaleció con una baja intensidad y desplazado hacia el noreste con una configuración cuasi meridional respecto a lo climatológico; asimismo, las zonas de baja presión en el océano Pacífico estuvieron desplazadas hacia zonas polares¹ (Figura N° 01b), esta condición podría haber intensificado la presión y vientos hacia la costa peruana, reduciendo la temperatura y manteniendo una humedad relativa alta. En cuanto a los flujos de viento en niveles superficiales, estos presentaron una dirección predominante del sur, suroeste, ligeramente perpendiculares a la costa y de velocidad entre 2.5 m/s a 3.5 m/s. Por otro lado, las ATSM estuvieron cercanos a los +3.7 °C frente a las costas del AMLC⁴, repercutiendo en la ocurrencia de incrementos en las temperaturas máximas y mínimas de +4.1°C y +3.3°C respectivamente².

Figura N°01b. Variación del APS en la decadiaria 2.

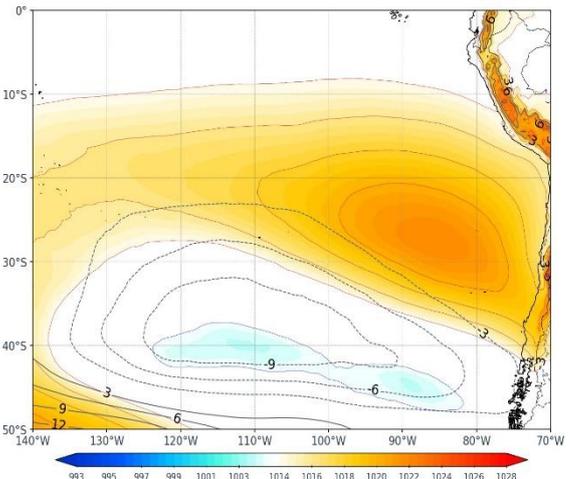


⁶ Temperatura superficial del mar y anomalías térmicas en el litoral peruano. Obtenido de: http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id_seccion=1017803020000000000000

1.3. TERCERA DECADIARIA (21 al 31 de julio)

Para la tercera decadiaria, el APS prevaleció desplazado hacia el noreste con una configuración cuasi zonal respecto a lo climatológico¹ (Figura N°01c), de esta manera, el APS pudo tener efectos sobre la costa debido al incremento en la velocidad de viento y humedad relativa. En cuanto a los flujos de viento en niveles superficiales, estos presentaron una dirección predominante del sur – sureste, paralelos a la costa y de velocidad entre 4 m/s y 6 m/s. Por otro lado, las anomalías de temperatura superficial del mar estuvieron cercanos a los +4.0 °C frente a las costas del AMLC⁴, repercutiendo en la ocurrencia de incrementos en las temperaturas máximas y mínimas de +4.2°C y +3°C respectivamente².

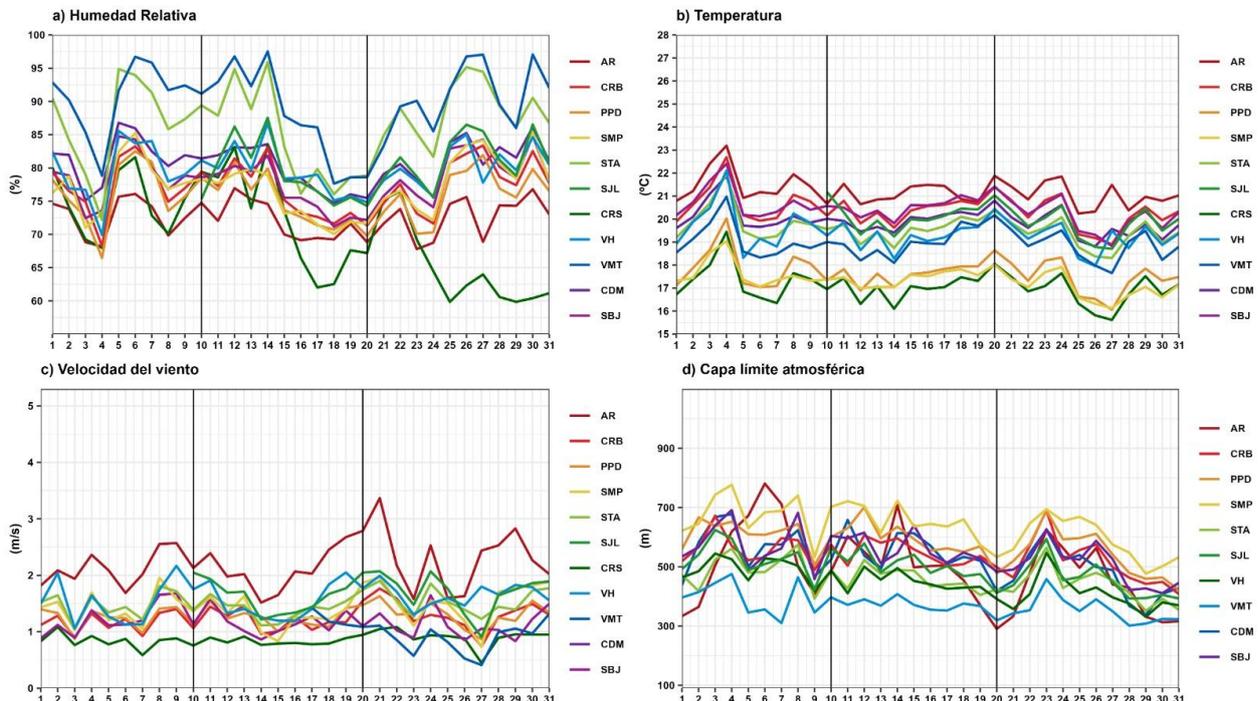
Figura N°01c. Variación del APS en la decadiaria 3.



2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS LOCALES EN EL AMLC

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 y la temperatura a 2 metros de la superficie (mds), y la velocidad de la velocidad del viento a 10 mds. Los datos provinieron de las estaciones: Antonio Raimondi (AR), Carabayllo (CRB), Puente Piedra (PPD), San Martín de Porres (SMP), Santa Anita (STA), San Juan de Lurigancho (SJL), Ceres (CRS), Alexander Von Humboldt (VH), Campo de Marte (CDM), San Borja (SBJ) y Villa María del Triunfo (VMT). Adicionalmente se representó la variabilidad diaria de la capa límite atmosférica (CLA)⁷ para lo cual se usó datos del modelo operativo WRF 1km.

Figura N°01. Variación diaria de las variables meteorológicas en el ALMC dividido en 3 decadiarias



Con respecto a la Humedad Relativa (Figura N°02a), durante la primera decadiaria se presentaron valores entre 66.5% a 96.7%, para la segunda decadiaria valores entre 62% y 97.5%, y en la tercera decadiaria valores entre 59.8 a 97%, de las cuales, la estación de VMT mantuvo lo valores más altos de HR. Por otro lado, en relación a la temperatura (Figura N°02b) durante la primera decadiaria presentó valores entre 16.3

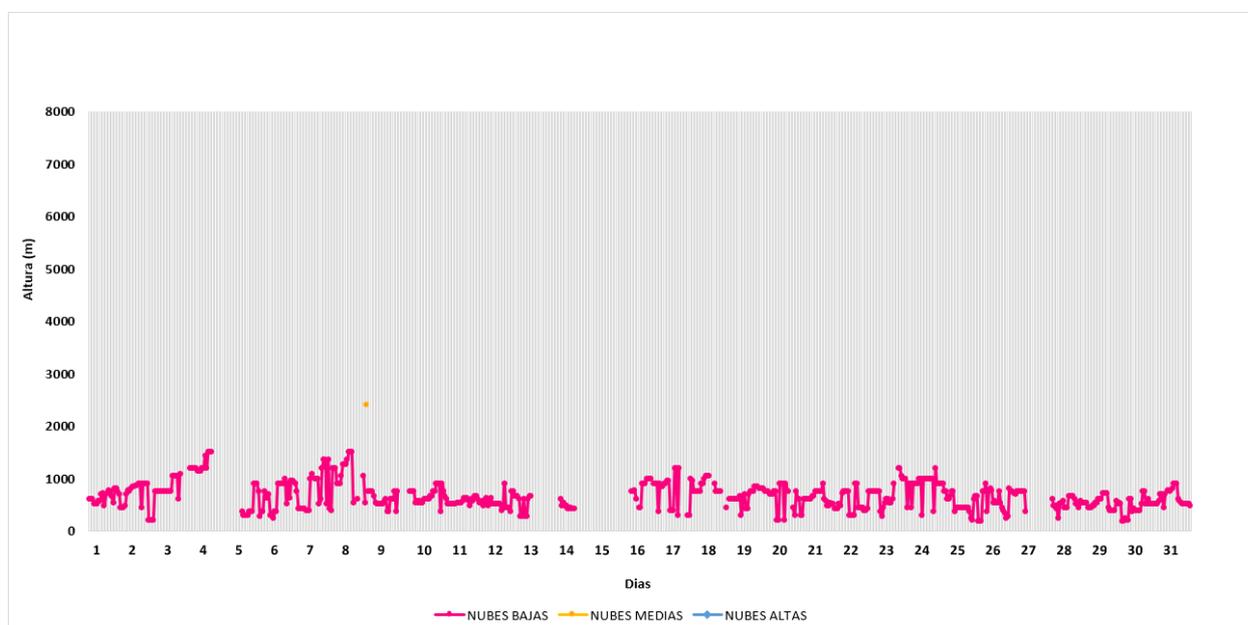
⁷ CLA: parte de la tropósfera influenciada directamente por la superficie terrestre, donde se concentra la mayor cantidad de sustancias contaminantes.

y 23.1 °C, para la segunda decadiaria valores entre 16.1 y 21.8 °C, y en la tercera decadiaria valores entre 15.6 y 21.3 °C, además, presentó una tendencia a la reducción de las temperaturas hacia su tercera decadiaria. En cuanto a la velocidad del viento (Figura N° 02c), éste llegó a ser muy variable, lo cual se refleja en sus valores, los mismos que oscilaron entre 0.4 a 3.3m/s durante todo el mes. En el caso de la CLA (Figura N°02d) se presentó un incremento en la primera y segunda decadiaria, mientras que en la tercera decadiaria sus valores fueron menores. Y durante el mes de julio, las estaciones de SMP y PPD alcanzaron los valores más altos y por su parte, las estaciones de VMT, VH y STA los valores más bajos.

2.1. ALTURA DE LA BASE DE LA NUBE

De acuerdo al comportamiento horario de la altura de la base de la nube (abn) registrada por el ceilómetro⁸ de la EMA Aeropuerto Internacional Jorge Chávez ubicada en el Callao (figura N°03), se observó que las nubes bajas (abn menor a 2000 m) tuvieron mayor presencia (82.1%) durante el mes de julio, seguido de una mucho menor presencia (0.1 %) de nubes medias (abn mayor a 2000 m y menor a 6000 m). Esto último no significa que no haya habido presencia de nubes altas (abn mayor a 6000 m), sino más bien que solo se registra la altura de la base de la nube más cercana a la superficie, por lo que podría haber nubes medias y altas por encima de éstas.

Figura N°02. Altura de base de la nube (m) registrada en la estación Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (JCH).



En comparación al mes de junio, se presentó una mayor cantidad de días despejados; sin embargo, predominó la presencia de nubes bajas, lo cual es característico de la temporada de invierno donde se presenta un incremento de la estabilidad atmosférica.

2.2. ANALISIS DEL VIENTO EN SUPERFICIE POR HORARIOS

A partir de la información de velocidad y dirección de viento de las EMA ubicadas en el AMLC, se tiene que, en el horario diurno, las estaciones CRB, SMP, CDM y CRS presentaron vientos con una predominancia del suroeste (SO) y de categoría débil (0-3 m/s) a excepción de SMP que alcanzó una categoría moderado (3-4 m/s). Asimismo, las estaciones PP y SBJ presentaron vientos con una predominancia del sur (S) de categoría débil; las estaciones AR y VMT presentaron vientos con una predominancia del oeste suroeste (OSO) alcanzando la categoría extremo (> 5m/s) la primera de ellas; y las estaciones VH y STA presentaron vientos con una predominancia del oeste (O) de categoría moderado y del sur sureste (SSE) de categoría débil respectivamente.

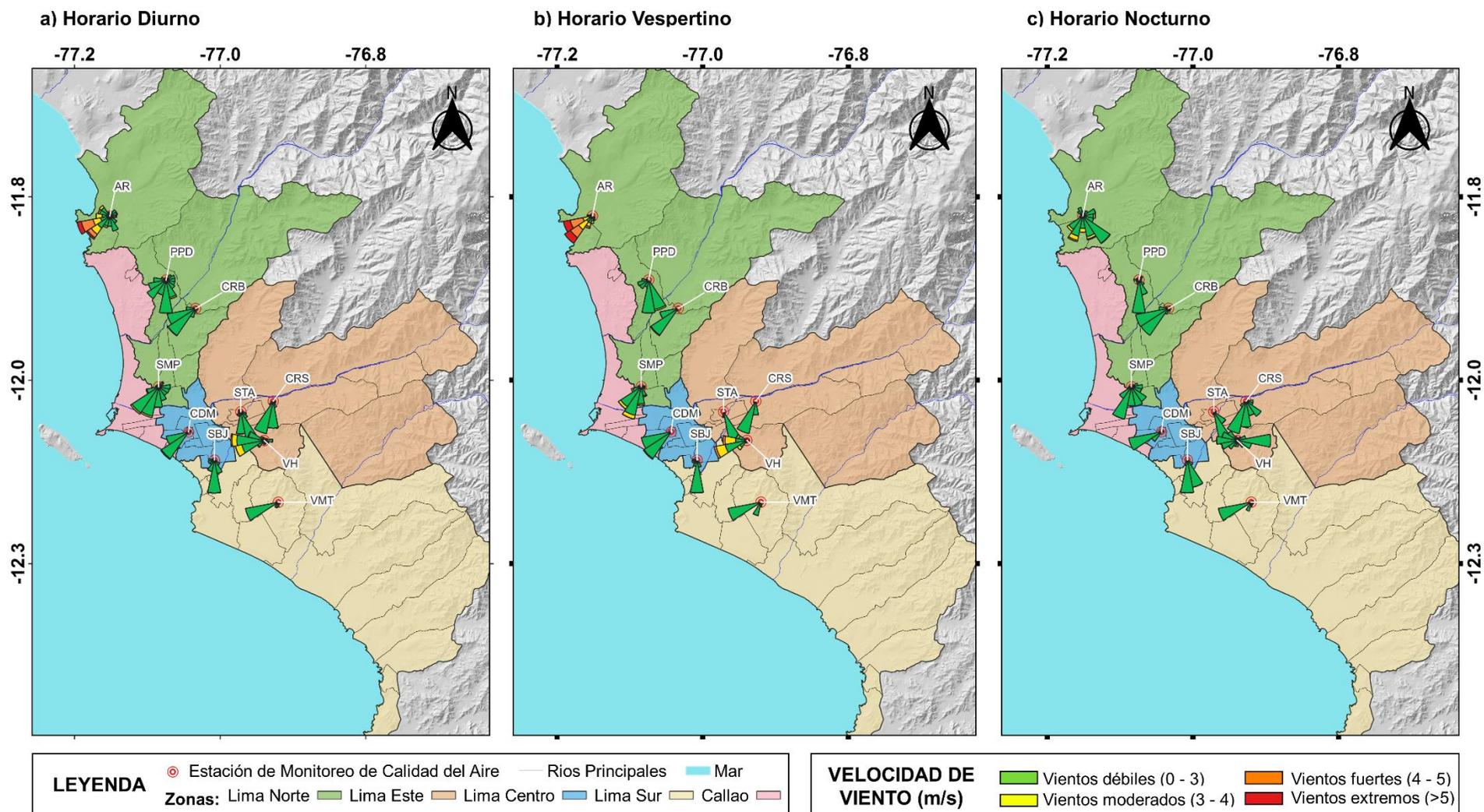
Para el horario vespertino, las estaciones AR, CRB y CDM presentaron vientos con una predominancia del suroeste (SO) y de categoría débil, a excepción de AR que alcanzó una categoría extrema. Asimismo,

⁸ Instrumento que mide la altura de la base de la nube más cercana a superficie tomando a ésta como referencia.

las estaciones SMP y CRS presentaron vientos con una dirección predominante de sur suroeste (SSO) alcanzando categorías de débil y moderado respectivamente; mientras que, las estaciones VH y VMT presentaron vientos con una predominancia del oeste suroeste (OSO) con categoría de fuerte (4-5 m/s) y débil respectivamente; por otro lado, las estaciones PPD y SBJ presentaron vientos con una predominancia del sur (S) de categoría débil y la estación STA presentó vientos con una predominancia del sur sureste (SSE) de categoría débil.

Para el horario nocturno, las estaciones CRB, CDM y VMT presentaron vientos con una predominancia del oeste suroeste (OSO) y de categoría débil. Asimismo, las estaciones PPD y SBJ presentaron vientos con una predominancia del sur (S) y de categoría débil; mientras que, las estaciones SMP y CRS presentan vientos con una predominancia del sur suroeste (SSO) y de categoría débil; por otro lado, la estación AR presentó vientos con una predominancia del sureste (SE) alcanzado la categoría fuerte, la estación STA presentó vientos con una predominancia del sur sureste (SSE) de categoría débil y la estación VH presentó vientos con una predominancia del este (E) de categoría débil.

Figura N°04. Rosas de viento para diferentes horarios en el AMLC.



Las figura N° 04 muestra el comportamiento de la dirección y velocidad del viento en cada una de las estaciones meteorológicas automáticas para los horarios diurnos (07:00 - 12:59 horas), vespertinos (13:00 -18:59 horas) y nocturnos (19:00 - 06:59 horas).

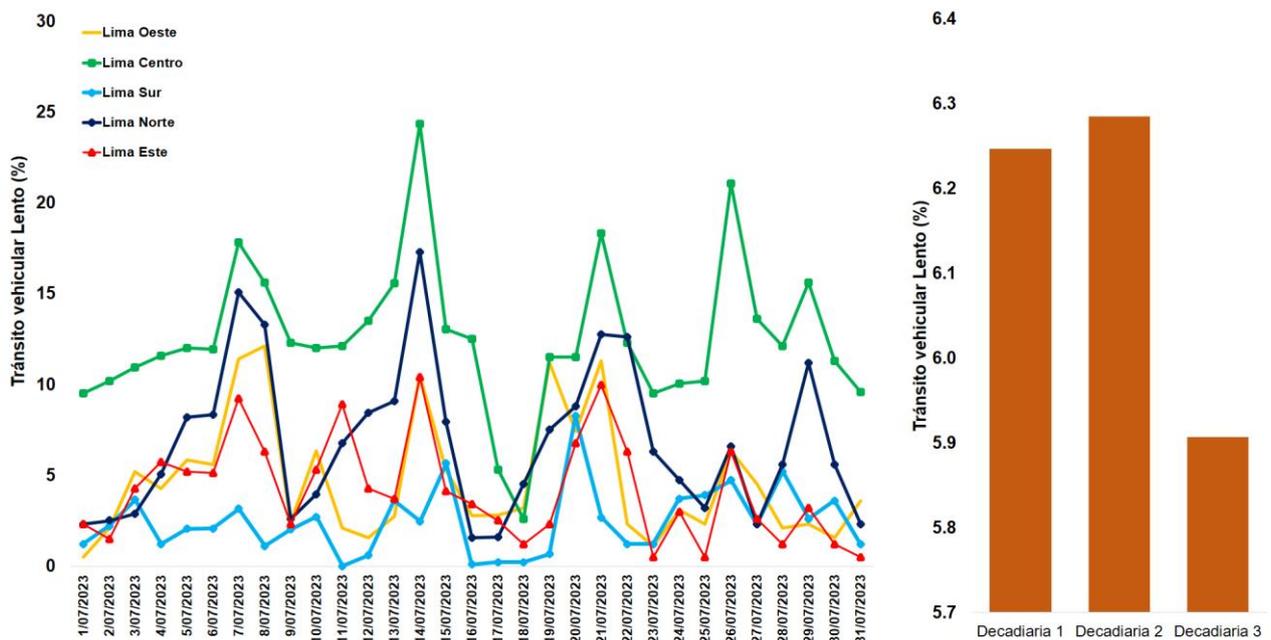
3. ACTIVIDAD VEHICULAR EN EL AMLC

La actividad vehicular tiene una contribución de más del 50% sobre la contaminación del aire en el AMLC.⁹ De esta manera, un alto porcentaje de tránsito vehicular lento está estrechamente relacionado con el incremento de emisiones de contaminantes del aire, mientras que un bajo porcentaje de éstas, se relaciona a una disminución de emisiones.

De acuerdo a lo mencionado, se han utilizado imágenes de Google Traffic y técnicas de inteligencia artificial como la visión por computadora¹⁰ a fin de cuantificar en porcentaje los estados del tránsito vehicular para cada una de las zonas del AMLC (Lima Norte, Este, Centro, Sur y Oeste).

En la Figura N°05 se puede observar que durante la primera decadiaria, se registraron porcentajes altos de tránsito vehicular lento en las zonas de Lima Norte y Lima Centro. En contraste, en la segunda decadiaria se aprecia una tendencia ligera al incremento habiéndose presentado los valores máximos del mes de julio. Por otro lado, en la tercera decadiaria, se evidencia una disminución de los valores en todas las zonas, teniéndose que la zona con mayor porcentaje fue Lima Centro.

Figura N°05. Variación diaria del tránsito vehicular en el AMLC.



⁹ Estudio: Diagnóstico de la Gestión de la Calidad Ambiental del Aire de Lima y Callao. Obtenido de: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-gestion-calidad-ambiental-aire-lima-callao>

¹⁰ La visión por computadora es una rama de la inteligencia artificial y la informática asociado al análisis de imágenes, la cual incorpora un conjunto de técnicas, algoritmos y sistemas que facultan a una computadora con la capacidad de “ver” y extraer información a partir de lo que han “visto”, la cual puede ser reconocer patrones, objetos o personas, entre otras tareas visuales. Obtenido de: <https://iaarbook.github.io/vision-por-computadora/>, <https://www.ibm.com/mx-es/topics/computer-vision>

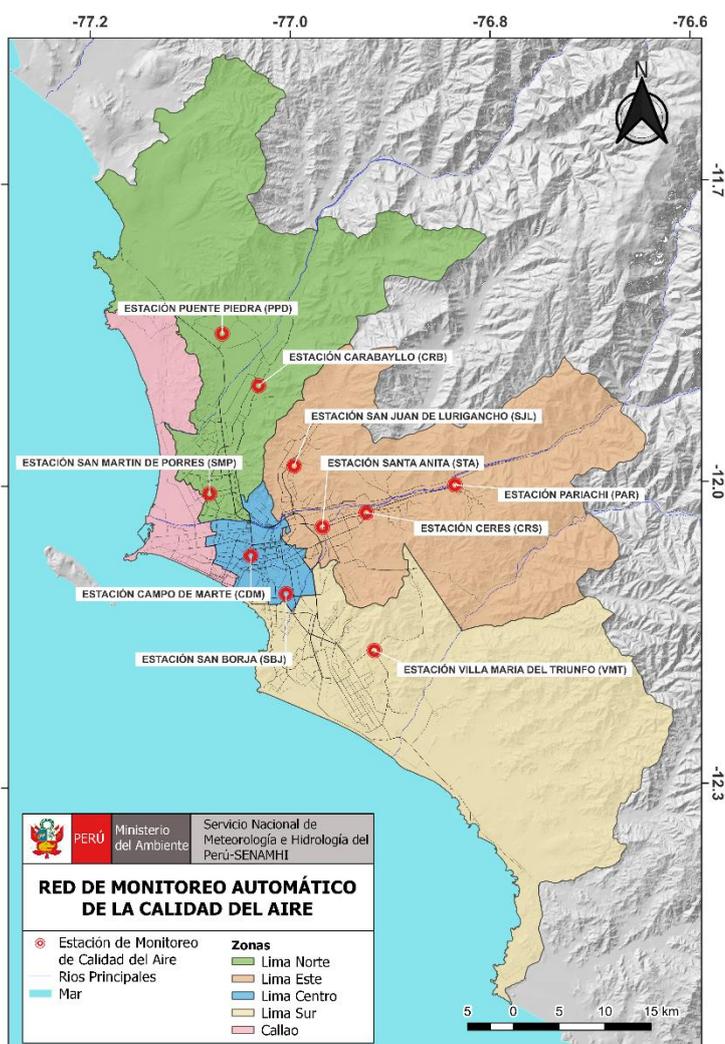
4. RED DE MONITOREO AUTOMÁTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL AMLC

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 Nº 01. Zonas, nombres y ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

Figura Nº06. Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en el AMLC.

ZONA	NOMBRE/UBICACIÓN
Norte	Estación Puente Piedra (PPD) Complejo Municipal "El gallo de oro" del distrito de Puente Piedra
	Estación Carabaylo (CRB) Piscina Municipal del distrito de Carabaylo
	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 Ceres (CRS) Plaza Cívica de Ceres distrito de Ate
	Estación Pariachi (PAR) Parque Barrantes Langan - Pariachi 2a etapa distrito de Ate
	Estación Santa Anita (STA) Palacio Municipal del distrito de Santa Anita
Sur	Estación Villa María del Triunfo (VMT) Parque Virgen de Lourdes Zona 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.



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.

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

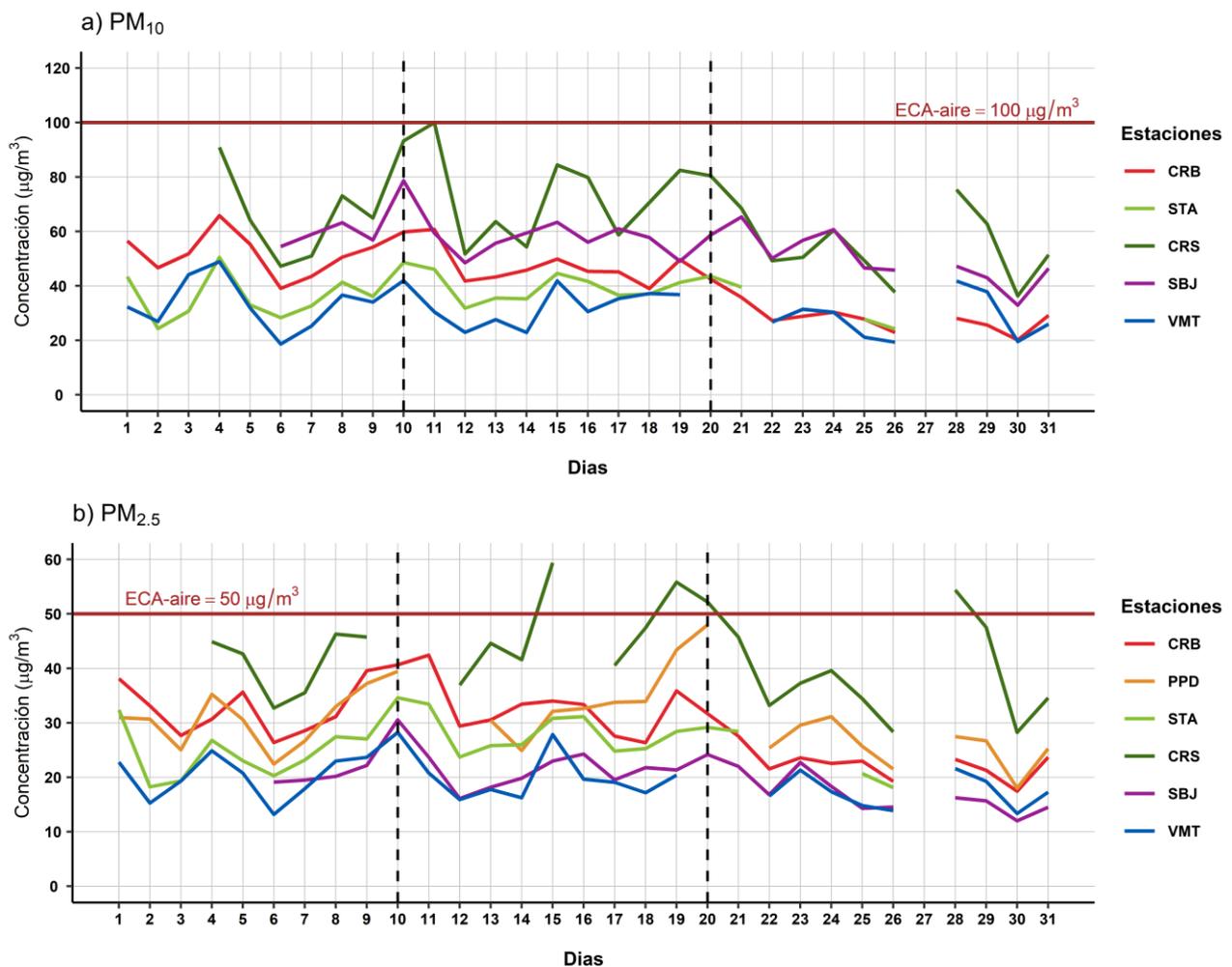
Con los datos de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire ubicadas en el AMLC, se realizó un análisis de la variabilidad diaria de las concentraciones del PM₁₀ y PM_{2.5} durante el mes de junio. Los datos provinieron de las estaciones: Carabayllo (CRB), Puente Piedra (PPD), Santa Anita (STA), Ceres (CRS), San Borja (SBJ) y Villa María del Triunfo (VMT).

4.1.1. CONCENTRACIONES DIARIAS DEL MATERIAL PARTICULADO (PM)

En la figura N° 07a se observa que las concentraciones diarias de PM₁₀ registradas en las estaciones no superaron el valor de su ECA-aire (100 µg/m³ como promedio diario) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo destacar que, en la zona norte, la estación CRB alcanzó una concentración máxima de 65.8 µg/m³ (martes 04); en la zona este, la estación CRS una concentración máxima de 99.9 µg/m³ (martes 11); en la zona centro, la estación SBJ una concentración máxima de 59.9 µg/m³ (lunes 10) y en la zona sur, la estación VMT una concentración máxima de 48.9 µg/m³ (martes 04).

Por otro lado, en la figura N° 07b, se observa que las concentraciones diarias de PM_{2.5} registradas en las estaciones no superaron el ECA-aire para PM_{2.5} (50 µg/m³ como promedio diario) durante los días monitoreados, a excepción de la estación CRS en la segunda y tercera decadiaria. Asimismo, se pudo destacar que, en la zona norte, la estación PPD alcanzó una concentración máxima de 48.0 µg/m³ (jueves 20); en la zona este, la estación CRS una concentración máxima de 59.4 µg/m³ (sábado 15); en la zona centro, la estación SBJ una concentración máxima de 30.5 µg/m³ (lunes 10) y en la zona sur, la estación VMT una concentración máxima de 28.2 µg/m³ (lunes 10).

Figura N°07. Variación diaria del PM₁₀ y PM_{2.5} (µg/m³) en el AMLC.



Del comportamiento decadiario, se tiene que, para el PM_{10} , se observaron los mayores valores de las concentraciones en la decadiaria 2, los cuales pudieron estar relacionados a factores meteorológicos como el incremento de la temperatura y la disminución de la altura de la capa límite atmosférica (ver Figura N° 01c y 01d).

Con respecto al $PM_{2.5}$, se observaron los mayores valores de las concentraciones en la decadiaria 2 y 3, los cuales pudieron estar asociados a la disminución de la altura de la capa límite atmosférica (ver Figura N° 01d); así como a los incrementos en el tránsito vehicular muy lento (ver Figura N° 05).

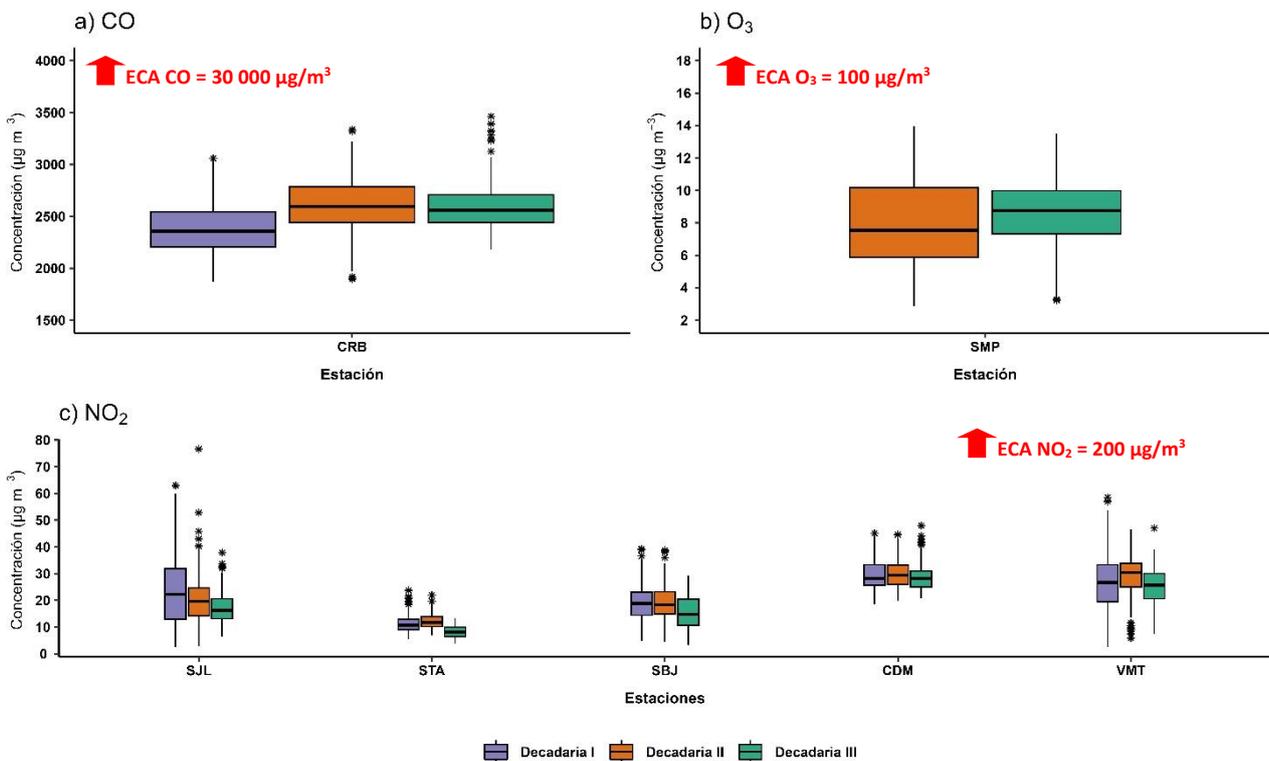
4.1.2. CONCENTRA HORARIAS DE GASES

En la figura N° 08a se observa que las concentraciones horarias de CO registradas en la estación CRB no superaron el valor de su ECA-aire ($30\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio horario) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar que, la concentración máxima fue $3463.8\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (28 de julio a las 00:00 horas) y la mínima fue $1882.6\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (06 de julio a las 04:00 horas).

Respecto a la figura N° 08b se observa que las concentraciones promedio de cada 8 horas de O_3 registradas en las estaciones no superaron el valor de su ECA-aire ($100\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ como máxima media diaria de 8 horas) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar que, la concentración máxima fue $13.9\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20 de julio) y la mínima fue $3.2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (23 de julio).

Por otro lado, en la figura N° 08c, se observa que las concentraciones horarias de NO_2 registradas en las estaciones no superaron el valor de su ECA-aire ($200\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio horario) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo destacar que, en la zona este, la estación SJL alcanzó una concentración máxima de $76.6\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (15 de julio a las 11:00 horas); en la zona centro, la estación CDM una concentración máxima de $47.9\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 de julio a las 16:00 horas); y en la zona sur, la estación VMT una concentración máxima de $58.5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (04 de julio a las 19:00 horas).

Figura N°08. Variación horaria del CO, O_3 y NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el AMLC.



Durante el mes de julio, solo se registraron datos la estación CRB, donde las mayores concentraciones del CO se registraron en horarios de mayor tránsito vehicular del AMLC durante el día (07:00 horas hasta las 12:00 horas) así como durante la noche (19:00 horas hasta las 00:00 horas). Asimismo, las mayores concentraciones horarias registradas estuvieron en la decadiaria 2, las cuales estarían asociadas principalmente al incremento de la actividad vehicular (87% de las emisiones de CO provienen de los vehículos a gasolina/gasohol¹¹) durante los primeros días (ver Figura N° 05) y a una disminución de la altura de la capa límite atmosférica (ver Figura N° 01d).

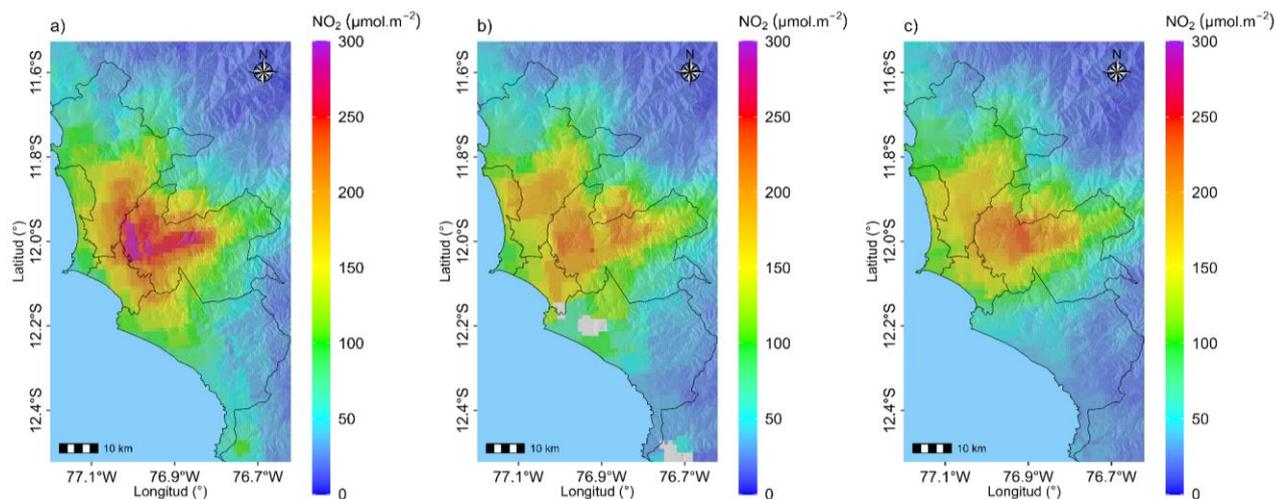
Respecto al O₃ en el AMLC se registraron las mayores concentraciones en los horarios posteriores al periodo de máxima radiación solar¹² (comprendido entre las 11:00 horas y 15:00 horas). Asimismo, las concentraciones más altas de O₃ en la estación SMP fueron registradas en la decadiaria 2, cuya formación pudo estar condicionada al incremento de la actividad vehicular durante los primeros días (ver Figura N° 05).

Por otro lado, las concentraciones más altas del NO₂ fueron registradas durante la decadiaria 1 y 2, las cuales pudieron estar asociadas principalmente al incremento de la actividad vehicular (89% de las emisiones de NOX provienen de vehículos a diésel¹³) y a una disminución de la altura de la capa límite atmosférica (ver Figura N° 01d).

5. VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES

La figura N° 09, muestra la distribución espacial de la densidad de la columna vertical troposférica del NO₂ ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$), obtenidas del satélite Sentinel 5P (instrumento Tropomi) a una resolución aproximada de 5 km x 3.5 km durante el mes de julio. Es así que, la figura N°09a, muestra la distribución espacial promedio de NO₂ en la primera decadiaria (1 a 10 de Julio), la figura N°09b, en la segunda decadiaria (11 al 20 de Julio) y la figura N°09c en la tercera decadiaria (21 al 31 Julio).

Figura N°09. Distribución espacial de la columna del NO₂ ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$) en la troposfera del AMLC.



Durante la primera decadiaria, la mayor densidad del NO₂ en la columna vertical troposférica se registró principalmente en la zona de Lima Este, Norte y Centro, alcanzando valores máximos entre 251 y 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, lo cual pudo estar relacionado al incremento del tránsito vehicular lento durante los días 06 y 08 del mes julio (ver Figura N° 05). Durante la segunda decadiaria se presentó una disminución de la densidad del NO₂ con respecto a la primera decadiaria de hasta -19%, alcanzando sus mayores valores principalmente en la zona de Lima Este con 245 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, lo cual pudo estar relacionado a la disminución del tránsito vehicular lento durante los días 16 y 19 (ver Figura N° 05). Finalmente, para la tercera decadiaria hubo una disminución de los valores con respecto a la segunda decadiaria de hasta -21%, alcanzando sus mayores valores principalmente en la zona de Lima Este con 212 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, lo cual pudo estar relacionado a la

¹¹ Estudio: Diagnóstico de la Gestión de la Calidad Ambiental del Aire de Lima y Callao. Obtenido de: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-gestion-calidad-ambiental-aire-lima-callao>

¹² Ozone and volatile organic compounds in the metropolitan área of Lima- Callao, Perú. Obtenido de: <https://rdcu.be/3z8c>

¹³ Estudio: Diagnóstico de la Gestión de la Calidad Ambiental del Aire de Lima y Callao. Obtenido de: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-gestion-calidad-ambiental-aire-lima-callao>

disminución del tránsito vehicular lento durante los primeros días (ver Figura N° 05). Cabe precisar que el origen del NO₂ está vinculado a la oxidación del nitrógeno atmosférico por combustión, principalmente de la actividad vehicular^{14,15}

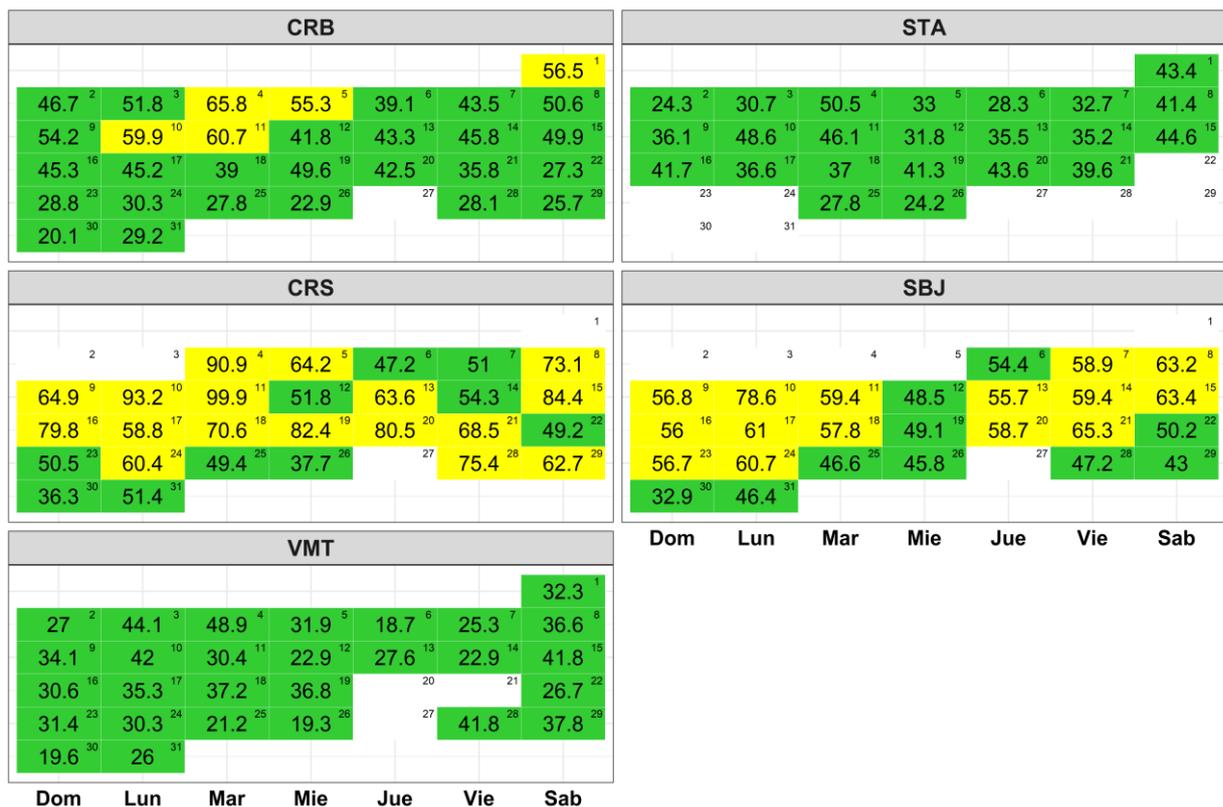
6. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL AMLC

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 salud¹⁶.

6.1. ESTADOS DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL PM₁₀

La figura N° 10 muestra las concentraciones promedio de 24 horas para el PM₁₀ asociados a su respectivo estado de la calidad del aire, en la cual se observa que la estación CRB presentó 5 días con estado de calidad del aire “Moderado” y 25 días con estado de calidad del aire “Bueno”. La estación STA presentó 23 días con estado de calidad del aire “Bueno”. La estación CRS presentó 17 días con estado de calidad del aire “Moderado” y 10 días con estado de calidad del aire “Bueno”. La estación SBJ presentó 15 días con estado de calidad del aire “Moderado” y 10 días con estado de calidad del aire “Bueno”. La estación VMT presentó 28 días con estado de calidad del aire “Bueno”.

Figura N° 10. Estados de la Calidad del Aire para PM₁₀



¹⁴ Monitoreando el Dióxido de Nitrógeno desde el Espacio. Obtenido de: https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2020-11/Inside_Look_AQ_Spanish.pdf

¹⁵ Óxidos de Nitrógeno. Obtenido de: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidos-nitrogeno.html>

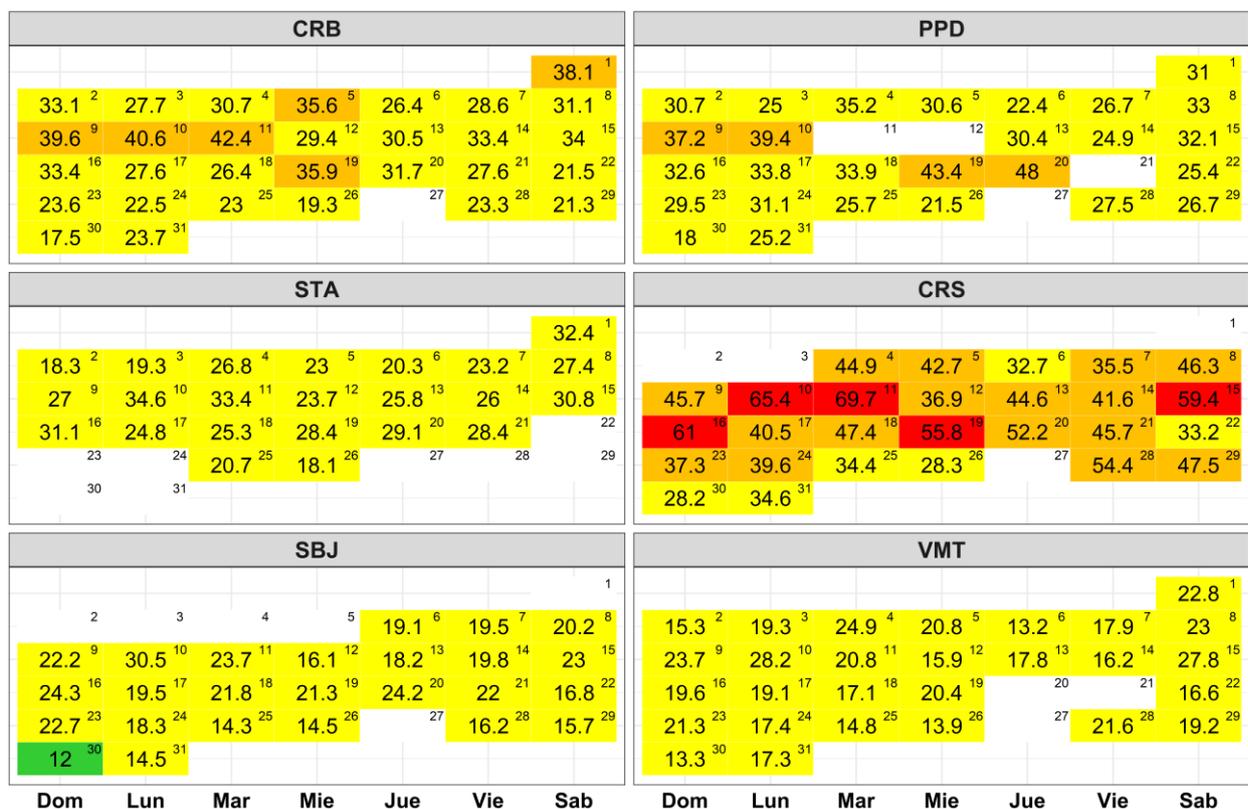
¹⁶ Air Quality Index. A guide to Air Quality and Your Health. Obtenido de: https://www.airnow.gov/sites/default/files/2018-04/air_quality_brochure_02_14_0.pdf

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° 11 muestra las concentraciones promedio de 24 horas para el PM_{2.5} asociados a su respectivo estado de la calidad del aire, en la cual se observó que la CRB presentó 6 días con estado de calidad del aire “Insalubre para grupos sensibles” y 24 días con estado de calidad del aire “Moderado”. La estación PPD presentó 4 días con estado de calidad del aire “Insalubre para grupos sensibles” y 23 días con estado de calidad del aire “Moderado”. La estación STA presentó 23 días con estado de calidad del aire “Moderado”. La estación CRS presentó 5 días con estado de calidad del aire “Insalubre”, 23 días con estado de calidad del aire “Insalubre para grupos sensibles” y 6 días con estado de calidad del aire “Moderado”. La estación SBJ presentó 24 días con estado de calidad del aire “Moderado” y 1 día con estado de calidad del aire “Bueno”. La estación VMT presentó 28 días con estado de calidad del aire “Moderado”.

Figura N° 11. 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 de los contaminantes del aire en el AMLC durante el mes de julio. La disminución de la altura de la capa límite atmosférica y el incremento de la temperatura en la decadiaria 2, favoreció al incremento del PM₁₀. Asimismo, la disminución de la altura de la capa límite atmosférica en la decadiaria 2 y 3 generaron condiciones para un incremento del PM_{2,5}.
- Los valores altos del tránsito vehicular lento que se presentaron en la decadiaria 2 y 3 influyeron en el incremento de las concentraciones de PM_{2,5} de acuerdo a los registros de la REMCA. Por otro lado, de acuerdo a las imágenes del satélite Sentinel 5P, los mayores valores de la densidad de NO₂ en la columna vertical troposférica se presentaron durante la decadiaria 1 y 2, los cuales también estuvieron influenciados por los incrementos del tránsito vehicular lento durante estos periodos.
- Las concentraciones diarias del PM₁₀ mostraron en promedio un incremento en la decadiaria 2; sin embargo, no se superaron su respectivo ECA-aire durante los días monitoreados. Asimismo, las concentraciones diarias del PM_{2,5} fueron mayores en la decadiaria 2; siendo la estación CRS, la cual superó su respectivo ECA-aire.
- La densidad de NO₂ en la columna vertical troposférica mostró sus mayores valores durante la decadiaria 1 y 2 principalmente en las zonas Este, Centro y Norte. Estos valores también se vieron reflejados en los valores altos de las concentraciones en superficie registradas por las estaciones de la REMCA.
- Con respecto a los estados de la calidad del aire se pudo apreciar que para el contaminante PM₁₀, las estaciones CRS y SBJ presentaron la mayor cantidad de días con estado de calidad del aire de “Moderado”. Por otro lado, para el contaminante PM_{2,5}, la estación CRS fue la que alcanzó el estado de calidad del aire de “insalubre” y presentó la mayor cantidad de días con estado de calidad del aire de “Insalubre para grupos sensibles”, seguido de la estación CRB y en menor medida de la estación PPD.

8. PERSPECTIVAS DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL MES DE AGOSTO 2023

De acuerdo al pronóstico climático¹⁷ para el mes de agosto del 2023, se espera que en el AMLC las temperaturas máximas y mínimas estén por encima de lo normal. Asimismo, teniendo en cuenta el comportamiento estacional de estas variables, se estaría favoreciendo principalmente al incremento gradual de las concentraciones de PM_{2,5} y disminución gradual de las concentraciones de PM₁₀ para el mes de agosto.

¹⁷ Documento: Boletín climático nacional – julio 2023 SENAMHI. Obtenido de: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02215SENA-121.pdf>

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. José Hitoshi Inoue Velarde (jinoue@senamhi.gob.pe)

Ing. Elvis Anthony Medina Dionicio

Ing. Dayana Lucero Acuña Valverde

Bach. Hanns Kevin Gómez Muñoz

Apoyo

Tec. Rosalinda Aguirre Almeyda

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>

Suscríbete al **BOLETÍN MENSUAL DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE** de Lima Metropolitana en el siguiente enlace:

<https://forms.gle/a4hpxqSc8KLj47sQ6>

Próxima actualización: 15 de setiembre del 2023

