



**AiresNuevos**  
PARA LA PRIMERA INFANCIA



**Horizonte  
Ciudadano**

**Centro  
de Acción  
Climática**

# **REPORTE DE DATOS AIRES NUEVOS LA CALERA JULIO-SEPTIEMBRE**

Análisis de datos de los monitores de la Red Ciudadana  
de Calidad de Aires Nuevos para la Primera Infancia.

# Índice

<b>Introducción</b>	1
<b>Antecedentes</b>	1
<b>Análisis de estaciones</b>	1
<b>La Calera</b>	3
<b>Caracterización</b>	3
<b>Monitores</b>	3
<b>Promedios diarios y anuales</b>	5
<b>Perfiles horarios y semanales</b>	7
<b>Correlación con SINCA</b>	9
<b>Resultados promedio anual Chile y Latinoamérica</b>	10
<b>Bibliografía</b>	12

# Introducción

## Antecedentes

La contaminación atmosférica es una de las mayores amenazas a la salud de las personas, en especial a la población infantil. Los niños y niñas respiran 3 veces más aire que los adultos en relación a su peso, y sus pulmones y otros órganos vitales están en pleno desarrollo por lo que la calidad del aire que respiran es determinante para su futuro y bienestar, incluso cognitivo.

Con el fin de proteger la salud de niños y niñas es que se consolida Aires Nuevos para la primera infancia, una iniciativa entre Fundación Horizonte Ciudadano y el Centro de Acción Climática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Aires Nuevos tiene como objetivo mejorar la generación e intercambio de información sobre calidad del aire para reducir la exposición a la contaminación del aire en la primera infancia en América Latina, en un trabajo conjunto con academia, gobiernos locales y comunidad.

Para aportar a la reducción de contaminantes atmosféricos en la primera infancia, Aires Nuevos plantea una serie de pasos, tales como i) asegurar el buen funcionamiento de un número suficiente de monitores de calidad de aire que reduzca la brecha de medición en Latinoamérica y se enfoque en medir lugares con presencia alta de población infantil; ii) Empoderar al personal docente, cuidadores y comunidad circundante al área monitoreada a través de capacitaciones para asegurar que los datos de los monitores se usen para la programación de sus actividades; iii) desarrollar investigación científica con la información de los sensores de calidad de aire por parte de las Universidades asociadas de manera a promover acciones locales efectivas; iv) ejecutar intervenciones locales urbanas y legales que aseguren disminuir la exposición de la contaminación atmosférica en beneficio de la población infantil y general, por parte de los gobiernos locales de la Red Ciudadana de Calidad de Aire para la Primera Infancia.

## Análisis de estaciones

En el presente informe se analizan los datos obtenidos por los monitores ubicados en la comuna de La Calera mediante el proyecto de *Aires Nuevos: Red ciudadana*, con la plataforma web de *IQAir*. El análisis es de tres meses, desde el 1 de julio de 2021, hasta el 31 de septiembre de 2021.

El contaminante por analizar es el Material Particulado 2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (MP2.5) y se utiliza la normativa chilena vigente en el Decreto 12, que establece un máximo de 25 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] de MP2.5 para el promedio trianual y 50 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] al percentil 98 para el promedio diario<sup>1</sup>. Por otro lado, estos resultados se comparan con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), quienes establecen una concentración de 5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] para el promedio anual y 15 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] para el promedio diario<sup>2</sup>.

Los datos presentados son: promedio diario de las emisiones de MP2.5, calendario con el promedio diario de MP2.5 comparado con la humedad relativa diaria, regresión lineal entre los datos de los monitores con los datos del Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire de Chile (SINCA) para determinar qué tan fiables son los datos de los monitores, resultados del promedio anual, días de superación de norma chilena y días de superación guía OMS 2021.

Las regresiones se hacen relacionando el promedio horario del monitor con el de la estación SINCA. Se ha determinado que una regresión lineal con un coeficiente de correlación superior a 0.5 presenta una correcta correlación, en cambio, si es inferior a 0.5, se determina que la correlación de los datos es insuficiente.

Se realiza el perfil horario a partir del promedio de los datos por hora. Se asume una distribución normal de los datos y se integra, como barras de error, la dispersión del 68% de los datos. El procedimiento con el perfil semanal es similar, pero se utiliza el promedio diario.

Estos perfiles se realizan con el fin de obtener información de las emisiones a lo largo del día y la semana, buscando un patrón para caracterizarlo con la información de la zona. De esta forma, entender en mejor medida el origen de la contaminación de MP 2.5 de la ciudad.

Respecto a la georreferenciación, se ha elegido el color azul para la ubicación de los monitores de Aires Nuevos: Red ciudadana y el color rojo para la ubicación de las estaciones SINCA.

En la *Tabla 1* se presenta una representación numérica de color de la concentración MP2.5 según los colores utilizados por la página IQAir, quienes relacionan un color con la condición de la calidad de aire a un rango del contaminante a través del índice de calidad de aire (AQI)<sup>3</sup>.

Categoría de la calidad del aire	MP2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Buena	< 12
Regular	12.1 - 35.4
Alerta	35.5 - 55.4
Preemergencia	55.5 - 150.4
Emergencia	150.5 - 250.4
Dañino	> 250.5

*Tabla 1: Categoría de la calidad del aire y su color correspondiente dependiendo de las emisiones de MP2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]*

## La Calera

### Caracterización

La Calera es una comuna del interior de la Región de Valparaíso, integrada por una población estimada de 53 591 habitantes. Esta se sitúa en las terrazas de origen fluvial alrededor del río Aconcagua. Se encuentra en la intersección norte del mismo río con la Ruta 5 norte, la cual se desciende paralela al río hasta Llay Llay.

Se encuentra inmersa en la Cordillera de la costa y si bien el río definía un clima estepario cálido al norte y un clima mediterráneo templado cálido al sur<sup>4</sup>, hoy en se puede asumir que la primera clasificación predomina ante el avance de la desertificación proveniente del norte<sup>5</sup>. Además, se es parte del Área de Transición de la Reserva de la Biosfera Campana-Peñuelas<sup>6</sup>.

Las corrientes de viento se acentúan principalmente en las direcciones de la cuenca, ascendente durante el día y descendente durante la noche, con una intensidad promedio de 16 [km/h], esto a pesar de la presencia de barreras físicas que producen un encajonamiento de las corrientes, lo cual facilita la acumulación de contaminantes<sup>7</sup>. Además, se constata una gran amplitud en temperaturas promedios, previa a la última década de sequía, que varía entre 10 y 20 °C.

Si bien su nombre proviene por la histórica extracción de cal, hoy esta comuna destaca por la industria cementera, la cual se responsabiliza por la mayoría de las emisiones de MP y compuestos contaminantes cómo el NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>. También se evalúan los efectos de la actividad de extracción de silicatos aledaña a la planta de cementos, los efectos de una Planta Procesadora de Alimentos en la congestión vehicular y los efectos de la Industria de algas marinas en la descarga de Residuos Industriales Líquidos (RILes)<sup>8</sup>.

Dentro de la historia de La Calera se encuentra un terminal ferroviario de gran importancia para la zona centro con distribución al puerto, norte y capital del país, desde su cierre en 1995 su línea férrea solo tiene utilidad para unidad andina de Codelco con destino al puerto. Las otras rutas han sido reemplazadas en sus funciones por el uso de camiones, que no se adaptan a la estrechez de sus calles, con las cuales se provoca una mayor congestión y deterioro del recurso vial.

### Monitores

**Los monitores analizados son: La Calera y Las Acacias**, correspondiente a los números de serie 4K7JXUS, y MWLM4T7. La estación SINCA analizada es: San Pedro. En La Calera no hay estaciones SINCA, por lo que se toma la estación más cercana (San Pedro).

El monitor **CEA** ha sido desconectado y se encuentra en proceso de reubicación.

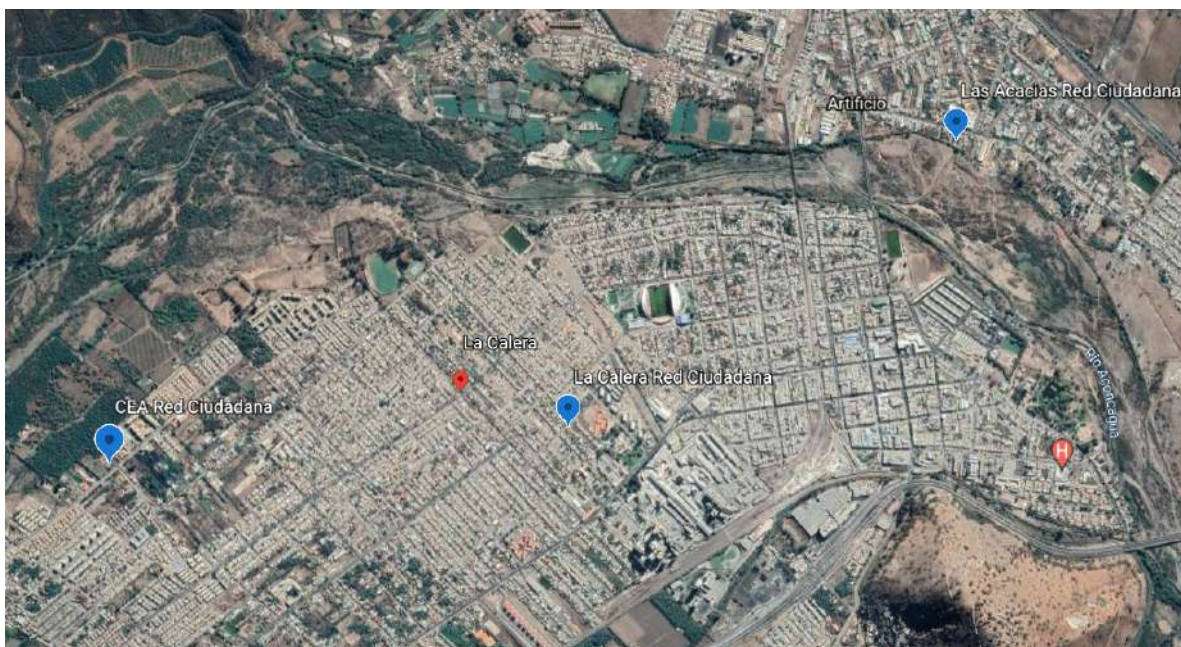


Figura 1: Georreferenciación de las estaciones red ciudadana en La Calera.

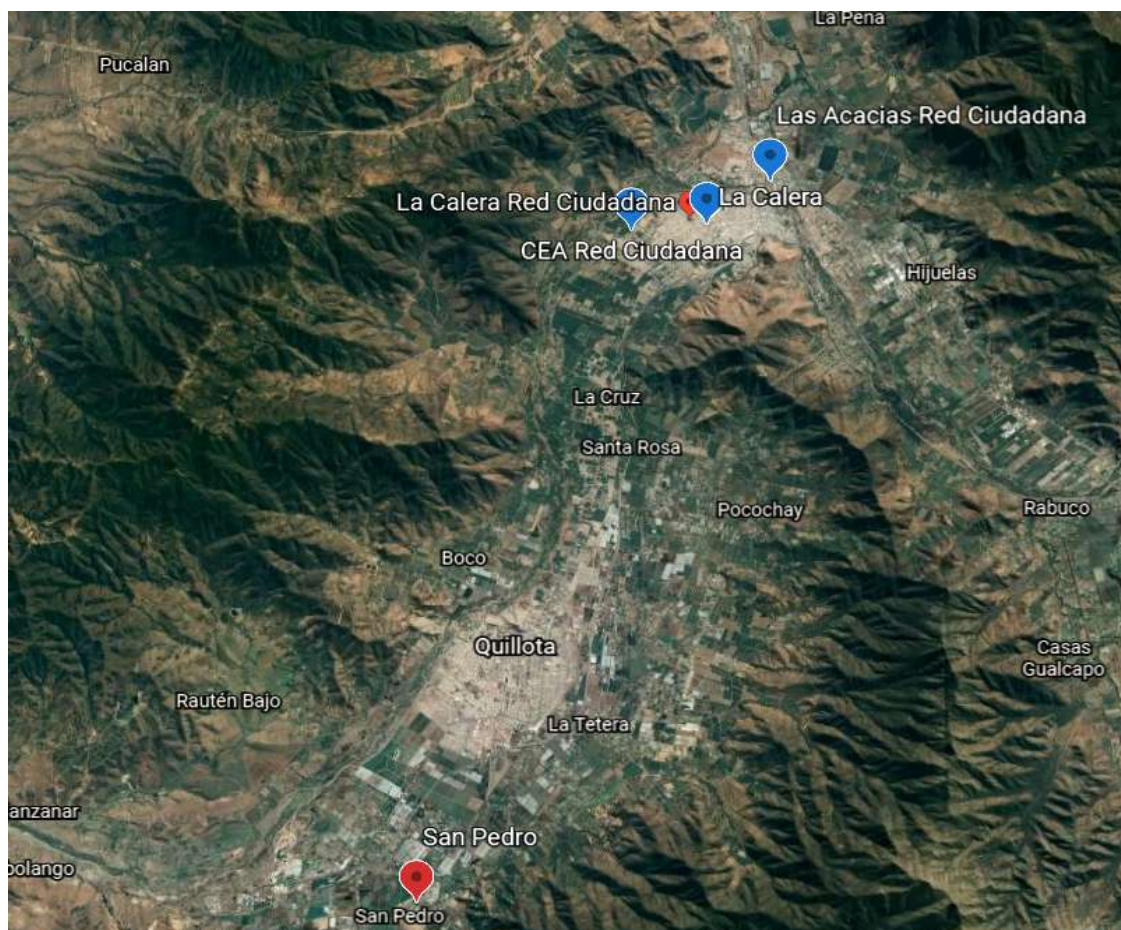


Figura 2: Georreferenciación de las estaciones en La Calera.

Para hacer seguimiento del monitor La Calera puedes escanear el siguiente código



Figura 4: Código QR monitor Las Acacias



Figura 3: Código QR monitor La Calera

### Promedios diarios y anuales

El gráfico de promedio diario denota alta contaminación en invierno y baja a medida que aumentan las temperaturas, inicialmente superando la normativa chilena y llegando a niveles que circundan a los de la guía OMS.

#### Promedio diario MP2.5 en La Calera

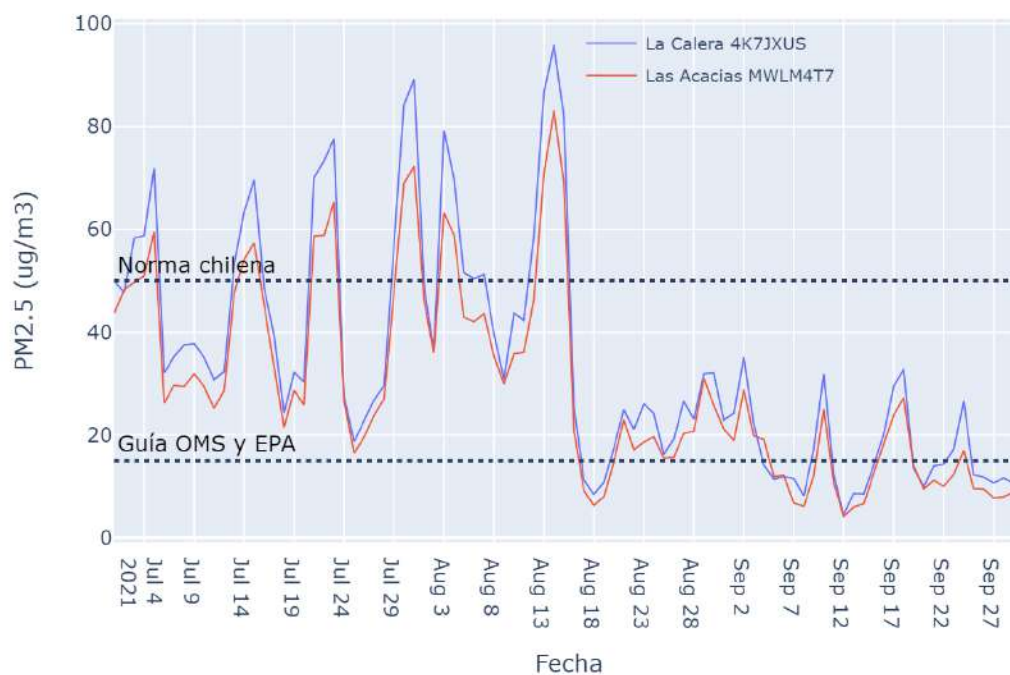


Figura 5: Promedio diario de los monitores MP2.5 de monitores en La Calera.

Monitor	Promedio anual	Percentil 98	Percentil 99.8	Días de superación de norma chilena	Días de superación de guía OMS
La Calera 4K7JXUS	25.9	87.1	94.7	22	69
Las Acacias MWLM4T7	25.9	87.1	94.7	22	69

Tabla 2: Resultados por monitor en la Calera.

Respecto a los calendarios, nuevamente no hay un patrón entre humedad relativa y concentración de MP2.5, pero se puede ver fácilmente la diferencia de contaminación entre invierno e inicio de la primavera.

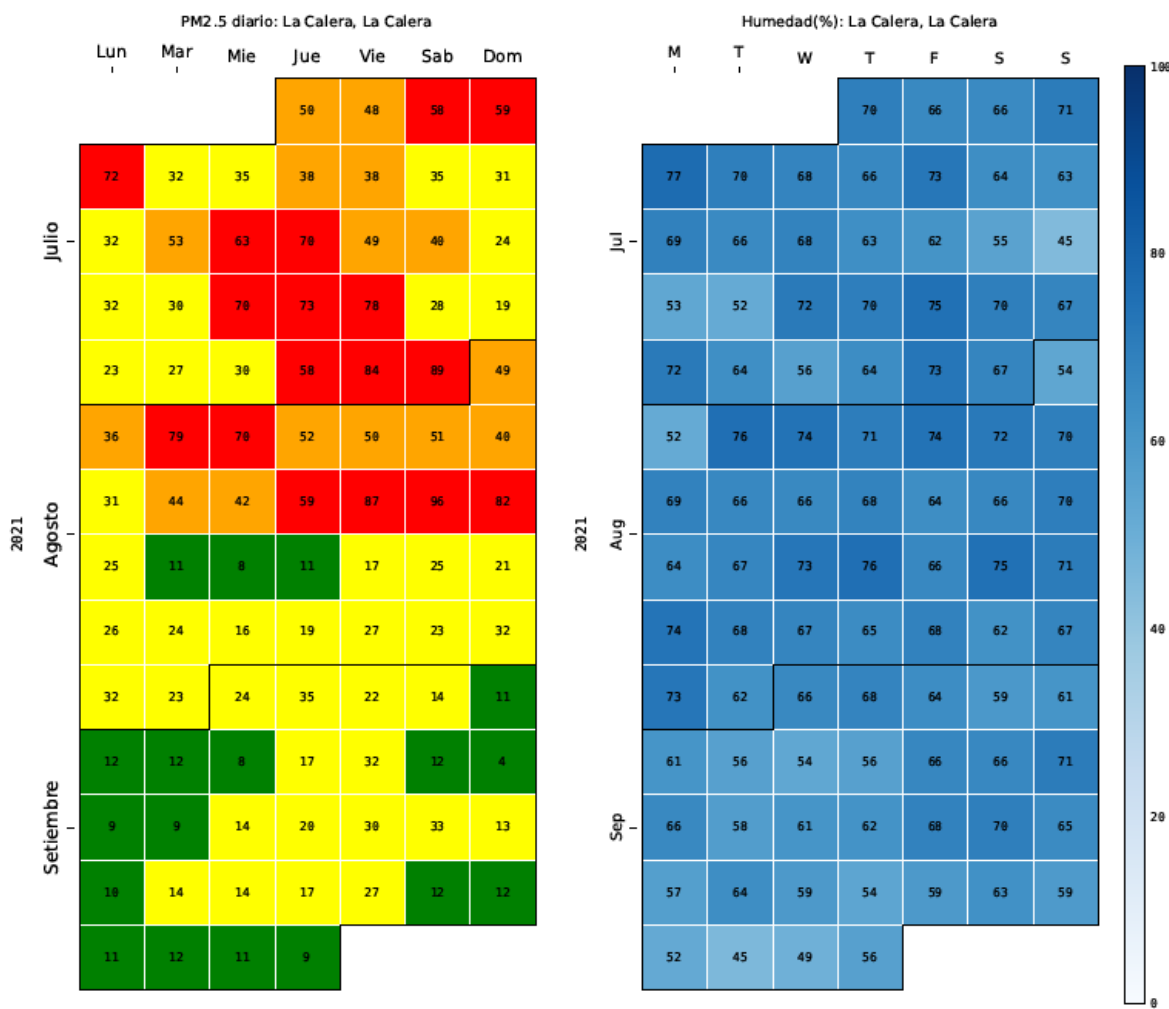


Figura 6: Calendario del promedio diario de MP2.5 y la humedad relativa en el monitor La Calera.



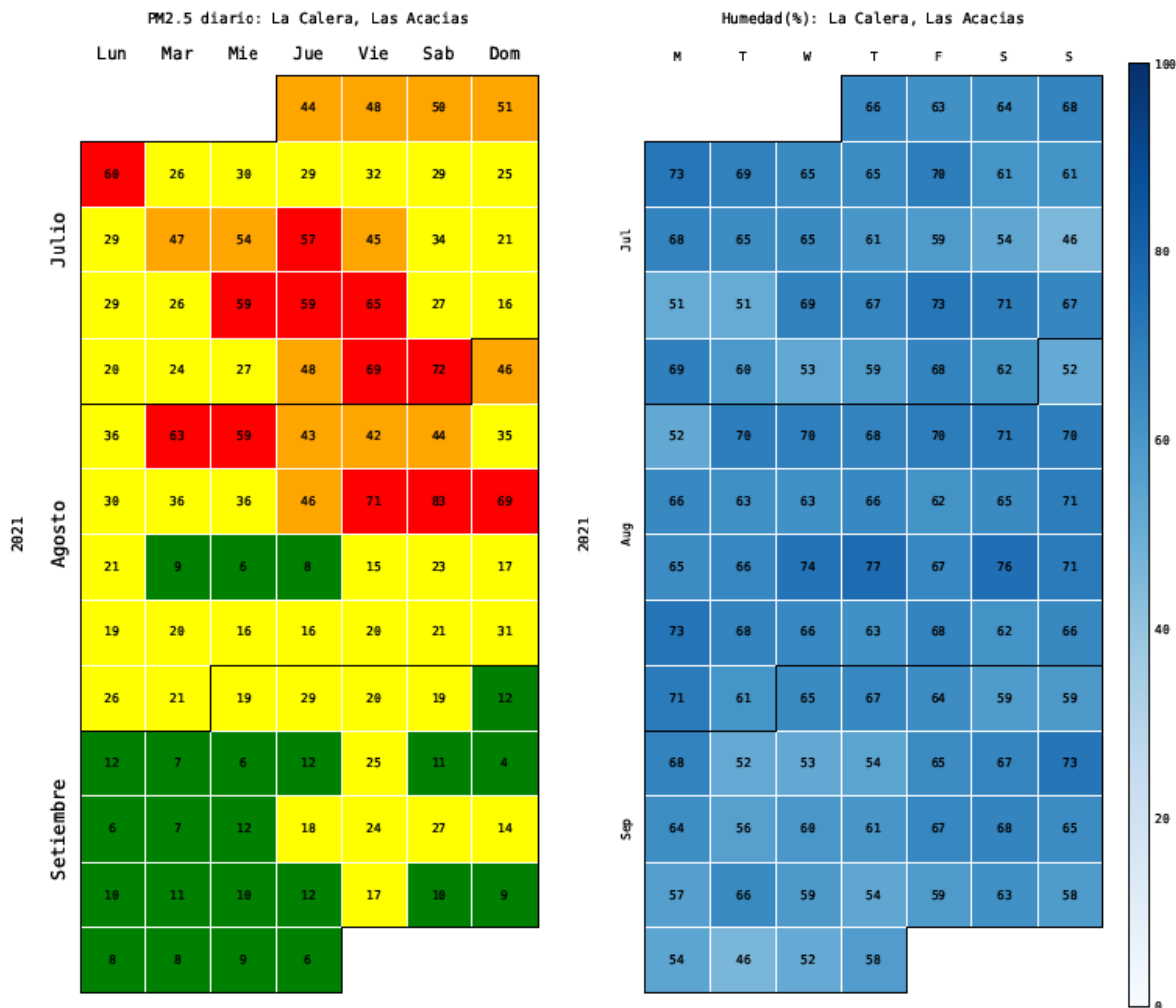


Figura 7: Calendario del promedio diario de MP2.5 y la humedad relativa en el monitor Las Acacias.

## Perfiles horarios y semanales

El perfil horario muestra que la contaminación de MP 2.5 es menor en las horas de la tarde, aumentando a lo largo de la noche, con una baja y mantención en el transcurso de la madrugada, hasta llegar a un evidente peak asociado a la congestión vial matutina.

### Perfil horario MP2.5 en La Calera

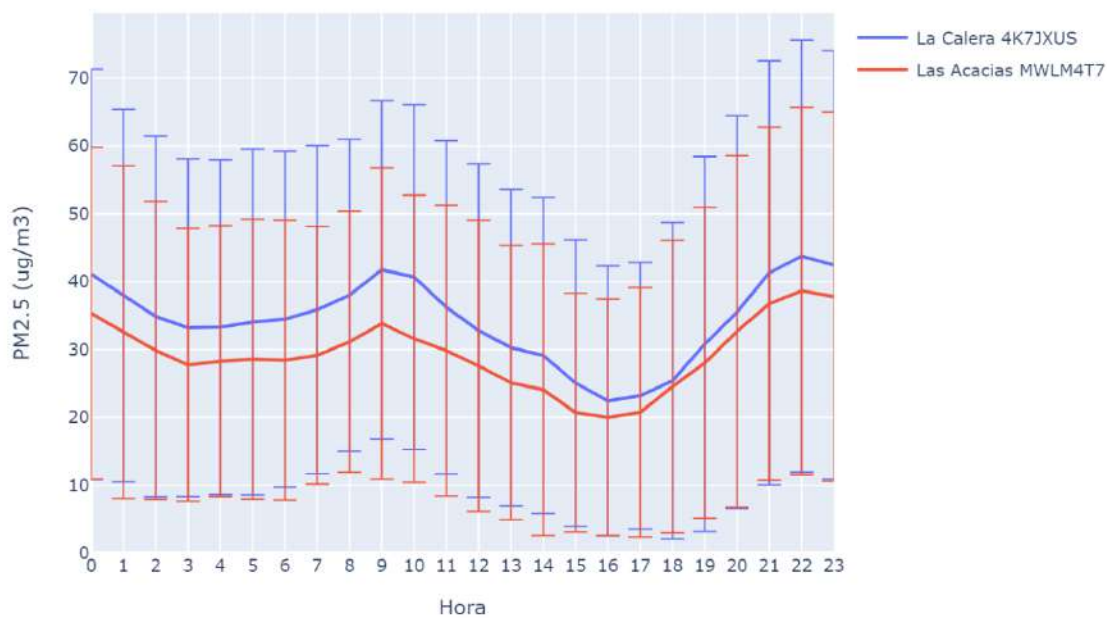


Figura 8: Perfil horario MP2.5 de monitores en La Calera con rango igual a la desviación estándar.

Respecto al perfil semanal, se observa que entre domingo y miércoles se tienen las mínimas emisiones, restando 3 días en que se da énfasis a los viernes, donde se presentan los mayores índices de contaminación.

### Perfil Semanal MP2.5 en La Calera

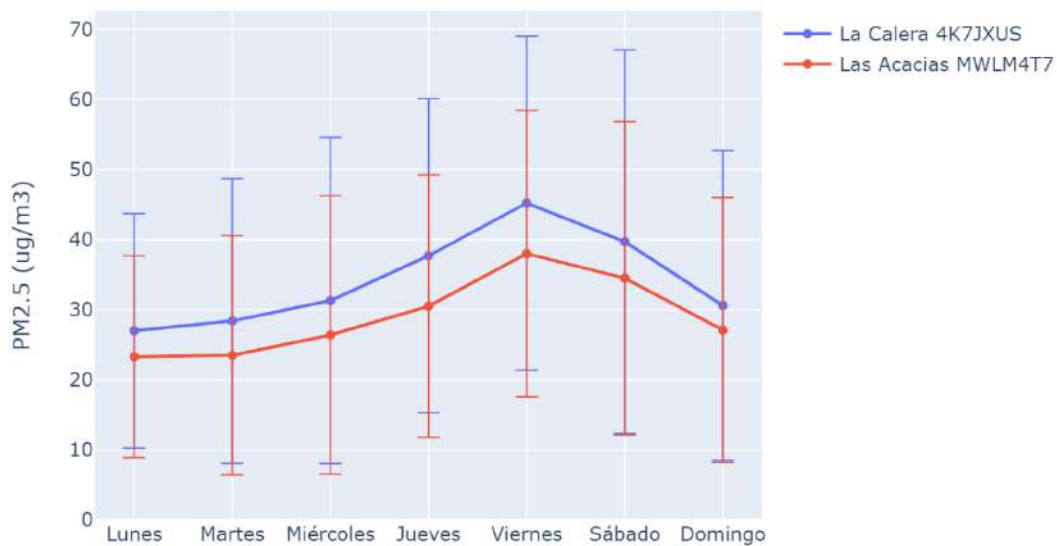


Figura 9: Perfil semanal MP2.5 de monitores en La Calera con rango igual a la desviación estándar.

## Correlación con SINCA

Las correlaciones de los monitores con la estación SINCA San Pedro son relativamente bajas, bastante cercano al 0.5, pero es de esperar que la correlación sea baja dada la distancia existente entre los monitores y la estación, que es de alrededor de 10 [km].

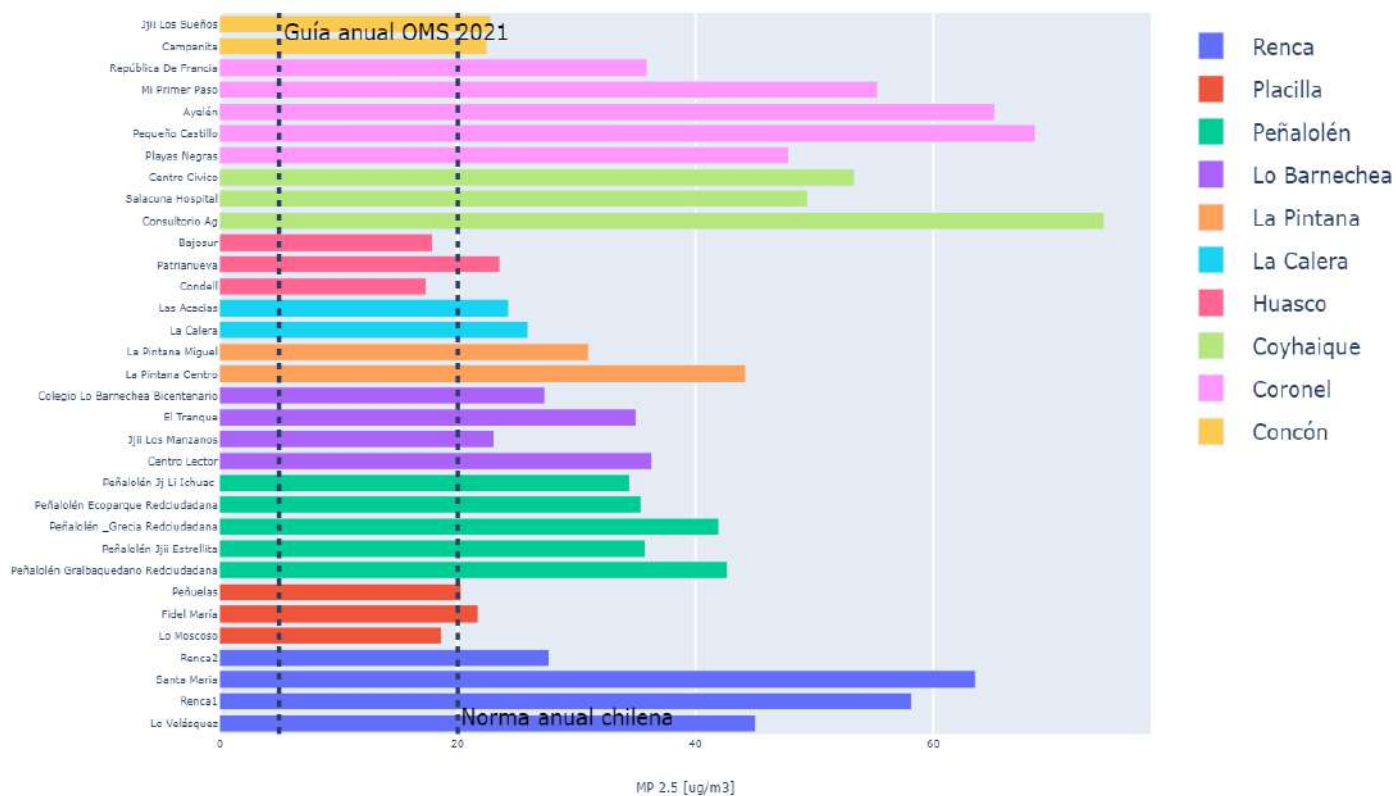
Monitor	Estación SINCA	Coefficiente de determinación
La Calera 4K7JXUS	San Pedro	0.49
Las Acacias MWLM4T7	San Pedro	0.48

*Tabla 3: Resultados relación monitores de red ciudadana vs estaciones SINCA en La Calera.*

## Resultados promedio anual Chile y Latinoamérica

A continuación, se presentan los resultados de promedio anual de las estaciones analizadas en Chile. Como se observa en la *figura 10* de los monitores en Chile, sólo en Huasco y Placilla se cumple con la normativa chilena, mientras que en las demás ciudades exceden el límite establecido. Cabe destacar que estos resultados no involucran todos los días de un año, sobre todo de meses de verano para cuando menos

### Promedio anual de monitores Aires Nuevos-Chile MP 2.5 [ug/m3]



concentración de MP2.5 se suponen.

*Figura 10: Resultados promedio anual MP2.5 de los monitores de Aires Nuevos en Chile.*

Por otro lado, en las ciudades latinoamericanas analizadas (*figura 11*), todas cumplirían con la normativa chilena y hay algunos lugares que inclusive cumplen con la guía de la OMS de 2015, no así con la guía OMS 2021. Comparado con Chile, se puede concluir que existe una mayor contaminación en Chile respecto a las otras ciudades analizadas en Latinoamérica.

### Promedio anual de monitores Aires Nuevos en Latinoamérica MP 2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

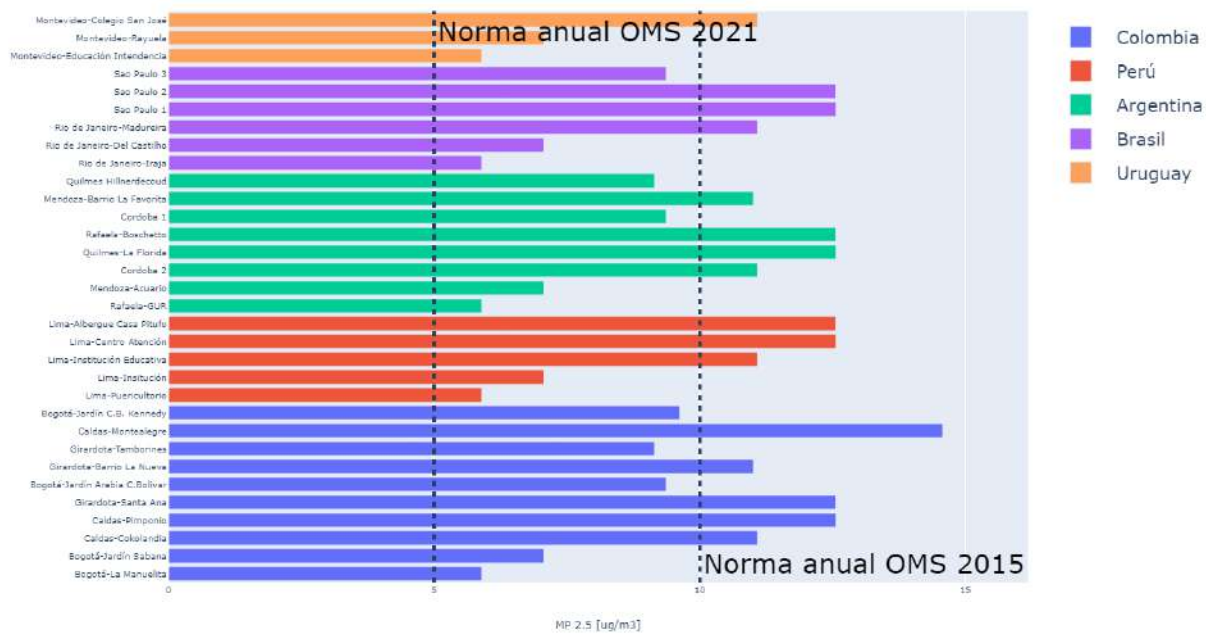


Figura 11: Resultados promedio anual MP2.5 de los monitores de Aires Nuevos en Latinoamérica.

## Bibliografía

- [1] Ministerio del Medio Ambiente (2011). Establecer Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP2,5. 09-MAY-2011. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1025202>
- [2] WHO (2021). WHO Global Air Quality Guidelines.
- [3] IQAir (2021). What is the air quality index (AQI)? <https://www.iqair.com/us/blog/air-quality/what-is-aqi>
- [4] Juan Inzunza (s/f) Meteorología descriptiva, capítulo Climas de Chile. [http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso\\_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva\\_Inzunza/cap15\\_Inzunza\\_Climas%20de%20Chile.pdf](http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap15_Inzunza_Climas%20de%20Chile.pdf)
- [5] Sud-Austral Consulting SpA en el Marco de la Consultoría (2016). Alineación de los contenidos del actual Programa de acción nacional contra la desertificación. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/32893/Diagn%C3%B3stico%20de%20la%20desertificaci%C3%B3n%20en%20Chile%20y%20sus%20efectos%20en%20el%20desarrollo%20sustentable.pdf>
- [6] UNESCO (2015). Reserva de la biosfera: La Campana-Peñuelas. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/mapa-tematico-biosfera.pdf>
- [7] Préndez, Margarita, & Calderón, Víctor. (2013). Análisis de Contaminantes en la Cuenca del Río Aconcagua en Chile: Evaluación de Riesgo Humano y Ambiental. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000100002>
- [8] Habiterra Ltda. Consultores (2018). Informe ambiental corregido. Estudio: Actualización del Plan Regulador Comunal de La Calera. [http://lcalera.cl/wp-content/uploads/2019/08/PRC\\_La\\_Calera\\_Informe-Ambiental\\_Corregido.pdf](http://lcalera.cl/wp-content/uploads/2019/08/PRC_La_Calera_Informe-Ambiental_Corregido.pdf)