



Investigador, Laboratorio de Análisis Ambiental de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (julio.murillo.hernandez@una.ac.cr)



Investigador, Laboratorio de Análisis Ambiental de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (jorge.herrera.murillo@una.ac.cr)

Evolución del monitoreo de la calidad del aire en Costa Rica

Julio Murillo Hernández
Jorge Herrera Murillo

Costa Rica es un territorio pequeño, con tan solo 51 100 km² de superficie terrestre. Sin embargo, la mayoría de sus establecimientos humanos se ubican en el Gran Área Metropolitana (GAM), meseta de unos 2 000 km² situada en el centro del país. Aquí se concentra el 70 % de la flota vehicular, un 80 % de la industria y un 60 % de la población nacional aproximadamente, e incluso se estima que para el 2030 será el asentamiento de tres millones de personas (MIVAH, 2013).

Esta concentración de actividades comerciales e industriales ha hecho cada vez más deficiente la operación de las ciudades que integran el GAM en términos de movilidad. Esto ha causado un deterioro en la calidad del aire, impulsado por el aumento en la flota vehicular emisora de contaminantes derivados de la quema de combustibles fósiles, así como de la aparición de nuevas industrias y comercios. Las acciones implementadas por los sectores público y privado no han sido suficientes para compensar estas presiones, y así, el costo por el deterioro de la salud causada por la contaminación del aire urbano de Costa Rica se ha estimado en

210 billones de colones (Vásquez & Fernández, 2016). Por tanto, el desarrollo de un modelo de gestión integral de la calidad del aire es un reto de orden político, económico, ambiental y de salud pública.

De acuerdo con el informe de calidad del aire del GAM para los años 2017 y 2018 (Laboratorio de Análisis Ambiental, 2019), los promedios anuales de concentración de partículas PM_{10} cumplieron con lo establecido en el Decreto 39951-S (Valor de referencia $30 \mu\text{g m}^{-3}$) para 6 de los 8 sitios donde se realiza un monitoreo manual. Mientras tanto, para las partículas $PM_{2.5}$, las concentraciones reportadas no cumplen ni la legislación nacional (promedio anual de $15 \mu\text{g m}^{-3}$) ni la internacional en los sitios muestreados.

La calidad del aire es un asunto complejo de estudiar ya que depende de factores como la naturaleza y el comportamiento de las fuentes emisoras, la meteorología y la topología del sitio. El desarrollo de estrategias de gestión de calidad del aire requiere de la realización de mediciones confiables de las concentraciones ambientales de los contaminantes del aire presentes en una cantidad representativa de sitios de forma continua, con el fin de analizar las tendencias y el cumplimiento de los estándares ambientales establecidos en la legislación nacional, en concordancia con las políticas nacionales en salud pública. El establecimiento de sistemas de monitoreo de calidad del aire constituye una herramienta básica para el diagnóstico y el análisis de la

efectividad de las acciones emprendidas para mejorar la calidad del aire.

Según Rodríguez & Herrera (2004), el primer intento de diagnosticar el problema de calidad del aire en la ciudad de San José se realizó en 1971, pero se interrumpió 2 años más tarde. Luego, en 1979, se coordinó un estudio que comparó los resultados con los obtenidos en 1971, y se concluyó que las concentraciones de algunos contaminantes habían aumentado significativamente. Después, en 1989, un estudio parcial realizado por la Universidad Nacional responsabilizó la pobre calidad del aire del serio deterioro que sufría el Teatro Nacional.

Los primeros esfuerzos por realizar monitoreos sostenidos de la calidad del aire en el GAM comenzaron con el Programa de Estudios de Calidad del Aire (PECAIRE) de la Universidad Nacional en 1993, con 6 sitios de medición y el apoyo de *Swisscontact*. Entre 1998 y el 2001, se vio una reducción de hasta un 20 % en las concentraciones de material particulado, coincidiendo con el funcionamiento del ecomarchamo, que fue uno de los primeros intentos de establecer un modelo de revisión técnica vehicular a nivel nacional. El Laboratorio de Análisis Ambiental de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional retomó el monitoreo de la calidad del aire en el año 2003, gracias a una alianza con la Municipalidad de San José, que permitió el establecimiento de dos sitios de medición de partículas PM_{10} en la ciudad de San José, los cuales se continúan monitoreando.

En octubre del 2008 se firma en Casa Presidencial un convenio de cooperación entre la Universidad Nacional, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET) y la Municipalidad de San José con el fin de ejecutar el “Plan Nacional para mejorar la calidad del aire del Área Metropolitana” (Herrera, Rodríguez & Rojas, 2009). El propósito principal fue proteger la salud de la población que habita la zona metropolitana del país, abatiendo de manera gradual y permanente los niveles de contaminación atmosférica. En etapas posteriores se sumaron esfuerzos de monitoreos con las Municipalidades de Escazú y Belén, así como con la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE).

Para el año 2008, la Red de monitoreo de la calidad del aire (REMCA) contaba con solamente cinco puntos manuales de operación de alto volumen: San José (2), Heredia (2) y Belén (1), así como 35 ubicaciones para colocación de tubos de difusión de gases contaminantes por difusión pasiva, distribuidos en San José (14), Heredia (10) y Belén (11). En julio del 2009, como parte del Acuerdo de Cooperación USAID-CCAD del CAFTA-DR, se donó al país diez muestreadores de alto volumen PM_{10} por parte de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), y el MINAET, lo que permitió incrementar la cantidad de sitios de muestreo distribuidos en el Área Metropolitana (Herrera, Rodríguez & Rojas, 2009).

Esto permitió que efectivamente, durante el 2010 la REMCA fuera operada con 14 estaciones de PM_{10} de alto volumen y 4 de $PM_{2.5}$ de bajo volumen, contaminante más peligroso que hasta entonces nunca se había medido en el país (Herrera, Rodríguez, Rojas & Miranda, 2011). La Universidad Nacional adquirió una unidad móvil de monitoreo de calidad del aire, y comenzó su operación en noviembre del 2009. También se sumaron a estos esfuerzos de monitoreo automático, el Ministerio de Salud y RECOPE con 2 unidades cada institución, la más reciente fue comprada por RECOPE y entrando en funcionamiento en noviembre del 2019.

Por ende, el estudio de la calidad del aire en el país tiene aproximadamente 40 años, y de manera sistemática, se estudia desde hace 27 años. Es muy importante el registro de datos de un mismo sitio durante un tiempo prolongado porque así se puede tener un histórico robusto que permite separar eventos anómalos con cambios en los patrones del sitio, que se sostienen por más tiempo. En el caso de la REMCA manual, la mayoría de los puntos tiene más de 15 años de monitorearse en el mismo sitio

La REMCA funciona operativamente, pero no está exenta de algunas debilidades y retos, muchos de ellos señalados por Vásquez y Fernández (2016). Lamentablemente no se cuenta con monitoreo meteorológico en los puntos de la REMCA, limitando un análisis más profundo con correlaciones explicativas del

comportamiento de la calidad del aire. Existe un acuerdo entre distintas instituciones para la operación, pero no están claros los aportes económicos y logísticos de cada ente, de modo que es confusa la operación de la REMCA bajo ese panorama y se vuelve muy complicado financiar su mantenimiento y actualización tecnológica.

Además, no se cuenta con una estrategia de divulgación de resultados ni un sistema de información ágil y de acceso libre que proporcione los datos de calidad del aire en tiempo real ni para consulta posterior, como ocurre en otras partes del mundo. También el Decreto 39951 menciona un Índice Costarricense de Calidad del Aire (ICCA) como medio para facilitar la comunicación con la ciudadanía, pero aún no ha sido posible su desarrollo y uso, haciendo que por ahora sea desconocido para la población. [Vásquez y Fernández \(2016\)](#) analizan estas debilidades, y recomiendan un rediseño institucional.

Actualmente la REMCA indica en su manual de operación, que cuenta con 11 equipos de medición en alto volumen, ubicados en los centros poblacionales de Cartago (1), Alajuela (1), Belén (2), Heredia (1), Escazú (1) y San José (5). Se utilizan procedimientos estandarizados a nivel internacional y estos puntos permiten un cálculo de la concentración en 24 horas de las partículas de PM_{10} (en 9 de los 11 puntos) y $PM_{2.5}$ (en 3 de los 11 puntos). Se cuenta además, con 49 sitios de muestreo pasivo de dióxido de nitrógeno (NO_2) y 21 de dióxido de azufre (SO_2),

distribuidos en 28 puntos en San José (solo NO_2), 10 en Escazú y 11 en Belén (para ambos gases).

Estos sitios, junto con las 5 estaciones automáticas que han aportado la Universidad Nacional (1), el Ministerio de Salud (2) y RECOPE (2), se encargan del análisis continuo de gases y partículas. En la actualidad, se está trabajando en una propuesta de rediseño de la REMCA manual, así como la migración hacia equipos automáticos y una página web donde se visualicen los resultados con acceso abierto y en tiempo real.

En diciembre del 2016 se actualizó la norma referente a la calidad del aire del país con el Decreto D-39951-S ([Ministerio de Salud, 2016](#)), estableciendo límites máximos permisibles para PM_{10} y $PM_{2.5}$, que fueron definidos a partir de los aportes del Laboratorio de Análisis Ambiental y las mediciones ejecutadas de manera continua en la REMCA. Anteriormente, la normativa nacional no contemplaba valores de referencia para $PM_{2.5}$ y los de PM_{10} estaban establecidos de acuerdo con mediciones efectuadas en otros países, con realidades distintas a la costarricense.

Además, el Laboratorio de Análisis Ambiental se encuentra acreditado ante el Ente Costarricense de Acreditación desde octubre del 2005 en la ISO 17025:2005, orientada a la gestión de calidad de los laboratorios de ensayo y calibración, de modo que los métodos de muestreo y análisis de la REMCA cuentan con un

respaldo de calidad estandarizado. Se trata de la única red de monitoreo acreditada a nivel latinoamericano, lo que coloca a Costa Rica a la vanguardia en la región en cuanto al monitoreo continuo de la calidad del aire de sus ciudades.

Por casi medio siglo Costa Rica ha avanzado en el monitoreo de la calidad del aire. Se ha avanzado en conocimiento, información y capacidad técnica de operación, así como en la cronología de los datos y en su confiabilidad. En reto de la siguiente década es promover una transición hacia equipos de medición más modernos, que permitan la medición continua de partículas y gases peligrosos para la población, de preferencia automatizados, bajo estándares que garanticen la calidad de la información.

Referencias

- Herrera, J. & Rodríguez, S. (2007). Cuarto Informe de Calidad del Aire de la ciudad de San José. Informe técnico.
- Herrera, J., Rodríguez, S. & Rojas, J. (2009). Primer Informe de Calidad del Aire del Área Metropolitana de Costa Rica: 2008.
- Herrera, J., Rodríguez, S., Rojas, J. & Miranda, S. (2011). Calidad del Aire en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica, Tercer informe de estado y tendencias: Año 2010.
- Laboratorio de Análisis Ambiental (2019). Informe de Calidad del Aire, Área Metropolitana de Costa Rica, 2017 y 2018.
- Ministerio de Salud. (2016). Decreto No. 39951-S: Reglamento de Calidad del Aire para Contaminantes Criterio. Publicado en La Gaceta 209, del 1° de noviembre del 2016. http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/reglamento_calidad_del_aire_contaminantes_criterio.pdf
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos MIVAH (2013). Plan Nacional de Desarrollo Urbano para la Gran Área Metropolitana. Recuperado de <https://www.mivah.go.cr/Documentos/PlanGAM2013/01-DIMENSIONES/Introduccion.pdf>
- Rodríguez, S. & Herrera, J. (2004). Calidad del Aire en la Capital entre 1993 y 2003. *Revista de Ciencias Ambientales*, 27 (1), 53-57. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.27-1.6>
- Vásquez, Y. & Fernández, M. (2016). Informe: Diagnóstico y Recomendaciones para la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica.