

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE CHITRÉ CON TECNOLOGÍA ARDUINO

Magister Alexis Camargo Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario
Azuero. Panamá. alexis.camargo@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-1801-0712>

Magister Félix H. Camarena Q. Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario
Azuero. Panamá. felix.camarena@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-5601-3252>

Resumen

La calidad del aire constituye un factor determinante para la salud pública y el equilibrio ambiental, y su monitoreo se ha convertido en un reto creciente en ciudades en expansión. En la ciudad de Chitré, provincia de Herrera, el incremento en la urbanización y las actividades económicas ha generado la necesidad de implementar herramientas confiables y accesibles para evaluar los niveles de contaminación atmosférica. Este proyecto surge como respuesta a esa necesidad, proponiendo el diseño y la instalación de estaciones de monitoreo de bajo costo basadas en tecnología Arduino, capaces de medir en tiempo real parámetros clave como partículas en suspensión (PM_{2.5} y PM₁₀) y dióxido de carbono (CO₂).

El objetivo principal fue implementar un sistema de monitoreo en los corregimientos de Chitré Cabecera y Monagrillo, los de mayor población del distrito, con el fin de obtener datos representativos y comparativos sobre la calidad del aire. La metodología empleada fue cuantitativa y experimental. Se utilizaron sensores específicos —SDS011 para partículas y MQ135 para CO₂— conectados a placas Arduino Yún, las cuales registraban lecturas cada 20 segundos. Estos datos, que superaban las 10,800 lecturas diarias por estación, fueron procesados estadísticamente para generar promedios diarios y mensuales, y posteriormente se compararon con los estándares internacionales establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Los resultados muestran que, durante el período de agosto de 2025, las concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ en ambas estaciones se mantuvieron significativamente por debajo de

los límites recomendados. En Chitré Cabecera, los promedios mensuales fueron de 3.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM2.5 y 5.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM10, mientras que en Monagrillo se registraron 2.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 5.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Los niveles de CO2 también resultaron bajos y estables, con promedios de 59.4 ppm en Chitré y 43.9 ppm en San Juan Bautista, muy inferiores al umbral de 1000 ppm considerado seguro. Aunque se observaron picos aislados, como el del 28 de agosto con 9.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2.5 en Chitré y 10.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10 en Monagrillo, estos valores no superaron los límites establecidos, sugiriendo que se trató de eventos puntuales probablemente vinculados a condiciones climáticas o actividades humanas específicas.

Estos hallazgos confirman la hipótesis inicial: el uso de tecnología Arduino permite obtener mediciones precisas, confiables y en tiempo real de contaminantes atmosféricos a un costo reducido. Más allá de los resultados técnicos, el proyecto también tuvo un impacto educativo, al involucrar a estudiantes en el proceso de diseño, programación y análisis, promoviendo competencias científicas y tecnológicas, así como conciencia ambiental en la comunidad escolar.

En conclusión, la calidad del aire en los corregimientos estudiados puede considerarse buena según los parámetros internacionales. Este trabajo no solo provee datos relevantes para la toma de decisiones locales en materia ambiental y de salud, sino que también demuestra el potencial de integrar tecnologías abiertas en proyectos de investigación aplicada.

Palabras clave: calidad del aire, contaminación, Arduino, sensores, monitoreo ambiental.