

Gómez Pérez, Arismendis; Guillermo Manzanillo, Luis Alberto; Vázquez Frías, Josefina; Quintana Pérez, Cándido E.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN PUNTOS SELECCIONADOS DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO,
REPÚBLICA DOMINICANA

Ciencia y Sociedad, vol. 39, núm. 3, 2014, pp. 533-557

Instituto Tecnológico de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87031897006>



Ciencia y Sociedad,
ISSN (Versión impresa): 0378-7680
dpc@mail.intec.edu.do
Instituto Tecnológico de Santo Domingo
República Dominicana

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN PUNTOS SELECCIONADOS DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA

Air pollution at selected points in the city of Santo Domingo, Dominican Republic

**Arismendis Gómez Pérez
Luis Alberto Guillermo Manzanillo
Josefina Vásquez Frías
Cándido E. Quintana Pérez***

Resumen: En el presente artículo se muestran los resultados de los estudios sobre la concentración de los principales contaminantes atmosféricos de tres puntos representativos del área metropolitana, los cuales fueron anteriormente monitoreados en el año 2002 por Abt Associates Inc. en colaboración con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, lo que genera información científica en las condiciones actuales de la capital y establece análisis temporales que permiten arribar a conclusiones válidas para la posible toma de decisiones. Fueron realizados estudios de concentración de contaminantes tales como: SO₂, NO₂, CO, a la vez que, partículas en los fraccionamientos PM 2,5 y PM 10. Los estudios, auspiciados por un fondo semilla del INTEC, se llevaron a cabo utilizando los instrumentos de medición profesionales existentes en los laboratorios de la Facultad de

* Todos profesores e investigadores del Área de Ciencias Básicas del INTEC.

Ciencias Básicas y Ambientales. Toda la información acopiada ha sido procesada a través de las técnicas avanzadas y sirve para comenzar a generar una base de datos propia que resultará de inestimable valor para ulteriores trabajos científicos.

Palabras clave: contaminación atmosférica, calidad del aire, contaminantes atmosféricos, Santo Domingo.

Abstract: In this paper the results of studies on the concentration of major air pollutants in at least three representative points of the metropolitan area, which were previously monitored in 2002 by Abt Associates Inc. in collaboration with the Secretary of State is Environment and Natural Resources, generating scientific information on current conditions in the capital and establishes that enable temporal analyzes to arrive at valid conclusions for possible decisions. Studies were performed concentration of pollutants such as SO₂, NO₂, CO, while particles in PM 2.5 and PM 10 subdivisions Studies, sponsored by a seed fund of INTEC, were carried out using the existing professional measuring instruments in the laboratories of the Faculty of Basic and Environmental Sciences. All information collected was processed through advanced techniques and serves to start generating your own database resulting invaluable for further scientific work.

Keywords: Air pollution, air quality, air pollutants, Santo Domingo.

1. Introducción

La ciudad de Santo Domingo tiene una alta densidad poblacional, un elevado tráfico vehicular, con una actividad industrial encerrada dentro del perímetro urbano, con un creciente desarrollo turístico, entre otras características, no obstante carece de una red o sistema de monitoreo continuo y con rigor científico del aire que se respira. Lo anteriormente expuesto lo hace vulnerable a la posible ocurrencia de episodios críticos causados por altos niveles de concentración de determinados contaminantes (CO, NO₂, SO₂, O₃, Hidrocarburos, partículas, entre otros) que podrían tener consecuencias sobre la salud, como los ocurridos en el Valle de Meuse, Bélgica, en 1930 y en Londres, U.K., 1952 y que llegaron a occasionar cientos de muertes, lo cual tendría, además, implicaciones serias para el logro de la sostenibilidad ambiental, económica y social.

Lo anteriormente expuesto demuestra la pertinencia y relevancia de la implementación de un sistema de monitoreo con estaciones fijas, continua durante años para la cuantificación más efectivas para mayor control de los principales contaminantes atmosféricos que permita hacer estudios seriados y pronósticos sobre bases científicamente fundamentadas, lo cual sería de interés para la población, en primer lugar, para quienes toman decisiones en los diversos organismos.

El estudio llevado a cabo tiene plena correspondencia con los programas y lineamientos de la Estrategia Nacional de Desarrollo 2010-2030 (de República Dominicana) y el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación con especial destaque para áreas claves como el medio ambiente, la salud, el turismo, el gobierno local y otras.

Se hace preciso destacar que desde los inicios los estudios relacionados con la contaminación atmosférica han estado directamente enfocados hacia la relación calidad del aire-morbilidad-mortalidad. Esta relación ha sido descrita y subrayada por los primeros trabajos

que han realizado diversos investigadores e instituciones a nivel internacional: es uno de los ejes de la literatura especializada.

Como ejemplo de lo anteriormente expuesto pueden citarse los estudios realizados por: Firket (1930); Public Health Service (1949); Ministry of Health, United Kingdom (1954); Smithard EHR (1952); Ashe W, Kehoe (1958); Halliday E. C. (1961); Jacobson, A. (1962); y Greenburg, L, Jacobs M. B., Drolette B. M., Field F., Braverman M. M. (1953).

La mayoría de los trabajos científicos referidos fueron realizados por encargo de instituciones de salud, lo cual evidencia la preocupación existente por la ocurrencia de catástrofes. Esta tendencia general ha prevalecido hasta la actualidad aunque en el presente los trabajos se enfocan hacia estudios más particulares y profundos relacionados con los efectos de contaminantes específicos sobre determinadas enfermedades, poblaciones más vulnerables y percepción de riesgos, entre otros.

Puede afirmarse que la tendencia fundamental de los estudios de calidad del aire en las últimas dos décadas ha estado marcada por la globalización de la problemática. Si hasta los años sesenta del siglo pasado las investigaciones se reducían a un pequeño grupo de países, encabezados sobre todo por el Reino Unido y los Estados Unidos de América, en el presente se realizan investigaciones científicas y rigurosas en todas las latitudes del planeta.

Las primeras investigaciones estuvieron encaminadas hacia el estudio *postmorten* de episodios catastróficos de contaminación, mientras que en la actualidad los esfuerzos se encaminan hacia la prevención de riesgos, lo cual es otro aspecto fundamental que ha marcado la filosofía de trabajo en los últimos veinte años. Es frecuente la publicación de trabajos científicos en revistas especializadas e incluso en algunos medios de corte popular donde se dan recomendaciones específicas a la población sobre posibles actuaciones en casos de episodios extremos de contaminación.

La región de América Latina y Caribe ha logrado avances considerables, sobre todo a partir de los años noventa, lo cual se evidencia en la gran cantidad de investigaciones que se llevan a cabo, la publicación de artículos y realización de eventos científicos.

A continuación se refieren un conjunto de artículos publicados en revistas internacionales que evidencian la globalización de la temática y la tendencia creciente de la investigación en la región de América Latina y el Caribe:

- Alem, N. (2005). *Implementación de una metodología para evaluar el impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud en la ciudad de Cochabamba*. Santo Pablo: Universidad Católica Boliviana.
- Churches, T., Corbett, S. (1991). Asthma and air pollution in Sydney. *NSW Public Health Bulletin*, 2, 72-3.
- Cleanairnet.org [Página principal de Internet]. Iniciativa de aire limpio en las ciudades de América Latina: Sistema de información de calidad de aire en América Latina. Disponible en: <http://www.cleanairnet.org/lac/1471/propertyvalue-13639.html>
- Gold, D., Damokosh, A., Pope, A., Dockery, D. W., McDonnell, W. F., Serrano, P. et al. (1999). Particulate and ozone pollutant effect on respiratory function of children in Southwest Mexico City. *Epidemiology*, 10(1), 8-16.
- Instituto Nacional de Ecología de México. (2005). Salud ambiental, desarrollo humano y calidad de vida. [Capítulo 20]. Disponible: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/363/cap20.html#top>
- Imura, H. & Schreurs, M. A. (2005). *Environmental Policy in Japan*. Boston: Edward Elgar Publishing.
- Ilabaca, M., Olaeta, I., Campos, E., Villaire, J., Téllez, M. M., Romicieu, I. (1999). Association between levels of fine particulate and emergency visits for pneumonia and other respiratory illnesses among children in Santiago. *Air Waste Manag Assoc*, 49, 174-85.

- Martínez, M., Molina, E., Prieto, V., Pérez, D. (2004). Comportamiento diario del dióxido de azufre y partículas en suspensión en el Centro Habana. En *Memorias I Congreso Internacional de Ambiente, Escuela y Salud*. [CD.ROM]. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- Nurul Izma B. M. (2009). Development of air quality profile by using Gaussian plume dispersion model Universiti teknologi malaysia.
- Oyarzún Gómez, M. (2000). Contaminación atmosférica y asma bronquial. *Revchil enferm respir*, 16(3), 142-7.
- Peters, A., Goldstein, I. F., Beyer, U., Franke, K., Heinrich, J., Dockery, W. (1996). Acute health effects of exposure to high levels of air pollution in Eastern Europe. *Am. J. Epidemiol*, 144(6), 570-81.
- Romero Placeres, M., Bermejo, P., Lacasaña Navarro, M., Téllez Rojo Solís, M. M., Aguilar Valdés J., Romieu, I. (2004). Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad de La Habana. *Salud Pública México*, 46, 222-223.
- Sengupta, I. (2007). Regulation of suspended particulate matter (SPM) In Indian Coal-Based Thermal Power Plants: A Static Approach. *Energy Economics*, 29, 479–502.
- Teixeira, F. L., Nascimento, P. H., Ferreira, A. L. (2002). Poluição atmosférica e atendimentos por pneumoniae gripe em São Paulo, Brasil. Recuperado de <http://www.cepis.org.pe/bvsea/p/fulltext/pneuma/pneuma.pdf>
- Yassi, A., Kjellstrom, T., De Kok, T. (2002). *Salud ambiental básica* (versión al español realizada en el INHEM). México: PNUMA.

El estudio del estado del arte demuestra la creciente importancia que se le concede a la temática alrededor del mundo y en especial

en América Latina y el Caribe, sin embargo en la República Dominicana la publicación de artículos científicos en revistas especializadas es en extremo escasa.

En ese tenor, hay que destacar otro estudio: Contaminación de monóxido de carbono en la ciudad de Santo Domingo realizado por Leticia Mendoza, Georgina Espinal, José Contreras y Josefina Vásquez, publicado en la revista *Ciencia y Sociedad*, 18(1), en 1993, el cual representó un paso de avance importante en ese momento.

En el año 2002 se realiza un estudio de mayor alcance, que incluye los principales contaminantes, partículas y ruido en Santo Domingo, Haina y Santiago de los Caballeros. Nos referimos al conocido estudio: *Diagnóstico ambiental y análisis económico/fiscal*, elaborado por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (República Dominicana), Abt Associates, Inc. Proyecto de Políticas Nacionales de Medio Ambiente (Préstamo LIL 4293-DO diciembre 2002).

En el año 2004 se publica el trabajo: Estudio de la contaminación atmosférica al interior de las viviendas en tres barrios de la capital dominicana, por los autores Georgina Espinal y Sócrates Nivar (*Ciencia y Sociedad*, 29(2)).

Posteriormente aparece el *Informe GEO. República Dominicana 2010*, pero este documento tan solo se limita a citar los resultados del trabajo antes referido de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Abt Associates.

Se tienen referencias de otros trabajos que realizan diversas instituciones y entidades privadas, pero los resultados no se publican en revistas especializadas lo cual dificulta la labor de los investigadores.

De hecho, según informes de la Red Panamericana de Muestreo de la Calidad del Aire, perteneciente a la OMS y la OPS, la República Dominicana no aparece entre los países que presentan un buen, regular o mal control de la calidad del aire.

2. Materiales y métodos

El monitoreo de las inmisiones de gases se realizó con el equipo ECOM J2KN Serie 3863, el cual es un analizador de combustiones que permiten obtener a través de una alta tecnología y precisión los principales parámetros indicadores de la calidad del aire.

El equipo consta de muestreador, filtros, sensores, electroquímicos, microprocesador, además con manguera de canales múltiples de 3.5 metros de longitud, para analizar varios gases y otros parámetros como la temperatura del ambiente, la temperatura de los gases, presión (draft), oxígeno, gases compuestos, eficiencia en la combustión, exceso de aire.

También posee de una pantalla de cristal líquido de cuatro líneas y cuatro páginas, donde se pueden observar los resultados y una impresora termal en línea, donde se registran los resultados de las mediciones y análisis; a fin de obtener una “copia dura”, sin la intervención de la subjetividad humana.

Figura N.^o 1
Analizador de gases ECOM J2KN. Serie 3863



3. Procedimiento de trabajo

Las muestras se tomaron siguiendo las especificaciones y requerimientos de medición establecida por la norma nacional, muy especialmente, por los lineamientos de EPA (Métodos 1 al 5), además como referencia, la norma internacional ISO 9096, para la determinación de los niveles de inmisión de gases.

Mediante la toma de las muestras, se obtienen las concentraciones de las inmisiones, se comparan con la norma sectorial que aplica para cada parámetro. La Norma de Control de Emisiones (NA-AI-002-03).

CONDICIÓN DEL EQUIPO DE MONITOREO	
Equipo utilizado: analizador de combustión	Rango: 0-5000 ppm
Tiempo de calibración: Mayo 2013	Exactitud: 1 ppm
Condiciones de operación: normal	
Marca: ECOM	Serie: 3863
Modelo: J2KN	Versión: -

4. Mediciones

El monitoreo de los gases de inmisión fue realizado en tres puntos del Distrito Nacional, a saber: en Radio Televisión Dominicana (CERTV), en la Avenida Máximo Gómez con José Contreras y en el Km 9 de la autopista Duarte durante el período comprendido entre los meses de marzo-noviembre de 2013. Los gases analizados fueron: SO₂, NO₂, CO, a la vez que, partículas en los fraccionamientos PM 2,5 y PM 10. Para la comparación de los resultados se utilizó la Norma Ambiental sobre Calidad del Aire y Control de Emisiones. N-AI-001-03. (Véase la tabla N.^o 3).

Hay que destacar que los puntos donde se realizaron las mediciones fueron seleccionados teniendo en cuenta el referido estudio llevado a cabo en el marco del proyecto: Políticas Nacionales de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diagnóstico Ambiental y Análisis Económico/Fiscal por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales; se hizo con tal de establecer comparaciones que pudieran indicar tendencias de comportamiento.

5. Resultados y análisis

La Norma anteriormente referida establece concentraciones límites para CO, SO₂ y NO₂. Además existen otros gases y partículas que no fueron objeto del presente estudio. Es preciso aclarar que la tabla 3.1 [del citado estudio realizado por Secretaría de Estado de Medio Ambiente] con relación a los Estándares de la Calidad del Aire establece Límite permisible ($\mu\text{g}/\text{Nm}^2$), lo cual es un error, al referir la concentración a m^2 . Al pie de la propia tabla se establece la Nota: La unidad expresada en la tabla es microgramos sobre metro cúbico normal (mg/Nm^3), lo cual es un texto correcto, pero introduce otro error al referirse a mg en lugar de μg . No obstante, todo queda aclarado de manera satisfactoria en el Anexo denominado: **Efectos, fuentes y características de los principales contaminantes del aire A**. Generalidades en la página 20 donde se establece de manera clara lo siguiente:

- Las unidades que representan los parámetros básicos de la Norma de Calidad del Aire es microgramo por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

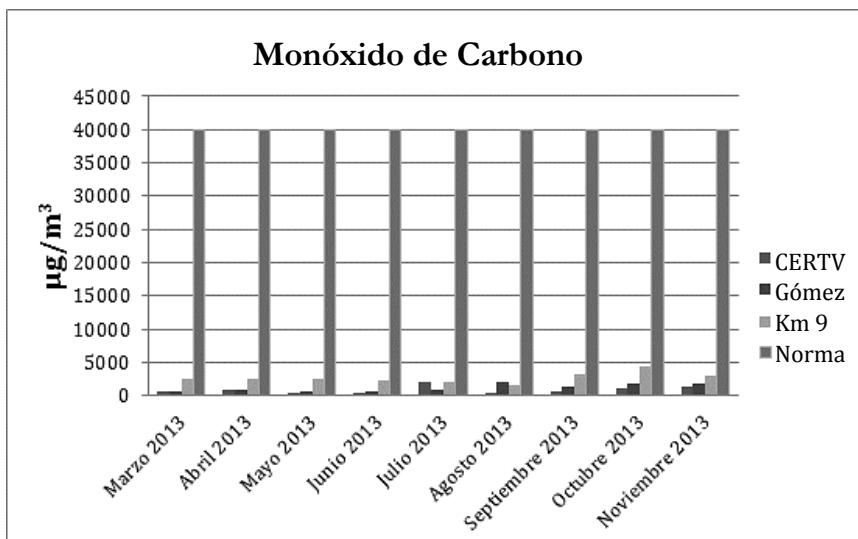
A continuación se muestran en forma de tablas y gráficos los principales resultados de los estudios realizados en valores medios.

Contaminación atmosférica en puntos seleccionados
de la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana

Tabla N.º 1
Promedio mensual de Monóxido de Carbono (CO)
en los puntos de muestreo

Fecha	CERTV	Gómez	Km 9	Norma ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Marzo 2013	647.69	592.13	2463.43	40000
Abril 2013	792.90	807.24	2430.56	40000
Mayo 2013	403.40	668.63	2400.43	40000
Junio 2013	446.06	654.82	2279.17	40000
Julio 2013	1979.69	907.81	1932.81	40000
Agosto 2013	327.38	1986.31	1469.64	40000
Septiembre 2013	678.11	1311.16	3095.95	40000
Octubre 2013	1152.83	1786.54	4418.16	40000
Noviembre 2013	1221.36	1669.13	3028.29	40000

Gráfico N.º 1
Promedio mensual de Monóxido de Carbono (CO)
vs la Norma Ambiental de Calidad del Aire NA-AI-001-03



Los resultados de las mediciones realizadas para el monóxido de carbono (CO) muestran que en ninguno de los puntos de medición, en día y horario, se supera lo permitido por la normativa vigente.

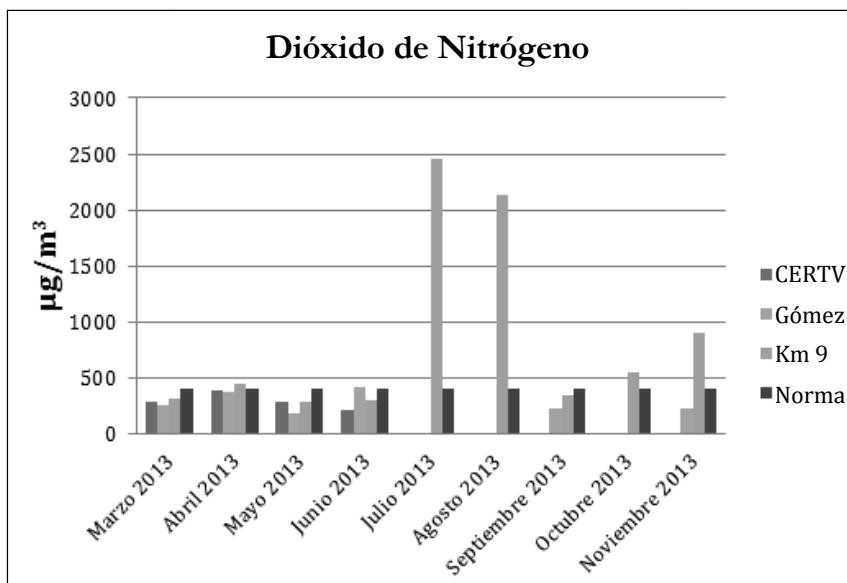
Queda determinado por las mediciones *in situ* que no se superan los 40000 µg /m³ establecidos como límite, lo cual es una situación favorable desde el punto de vista ambiental, posiblemente no siendo así para la salud humana.

Hay que subrayar que estos resultados son coincidentes con los obtenidos en el Proyecto de Políticas Nacionales de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diagnóstico Ambiental y Análisis Económico/Fiscal Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales de 2002.

Tabla N.^o 2
Promedio mensual de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
en los puntos de muestreo

Fecha	CERTV	Gómez	km 9	Norma (µg/m ³)
Marzo 2013	275.12	258.4	304	400
Abril 2013	384.34	364.80	442.97	400
Mayo 2013	280.94	181.51	288.42	400
Junio 2013	201.40	413.82	301.34	400
Julio 2013	0.00	0.00	2457.87	400
Agosto 2013	0.00	0.00	2131.84	400
Septiembre 2013	0.00	220.63	338.17	400
Octubre 2013	0.00	0.00	541.07	400
Noviembre 2013	0.00	225.63	902.47	400

Gráfico N.^o 2
Promedio mensual de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
vs la Norma Ambiental de Calidad del Aire NA-AI-001-03



En lo referente al dióxido de nitrógeno (NO₂), la situación se torna diferente. Se aprecia una tendencia a superar lo establecido en la norma, especialmente, en el punto referido al Km 9, donde las mediciones son superiores en más de un 60% a lo establecido. Esta situación se presenta en de manera clara en 11 días comprendidos entre el primero de julio y 8 de noviembre.

Llama la atención, aunque es irrelevante desde el punto de vista estadístico, que el valor medido el día 1 de julio el cual supera 12 veces lo normado. Los días 3, 19, 29, 31 de julio, así como 2, 12, 16, 26 de agosto y 8 de noviembre se supera lo permitido varias veces, sin que se pueda establecer una tendencia clara.

La referida situación se presenta en ese particular punto de medición, comportándose de manera diferente en los otros dos lugares estudiados.

En el punto de estudio en la Avenida Máximo Gómez se aprecian valores que superan la norma en más de un 60% durante los días 9 y 11 de septiembre, y 8 de noviembre únicamente, lo cual se puede considerar como episódico.

En el otro punto de estudio no se supera lo permitido en la Norma y no se aprecian valores que merezcan ser reseñados.

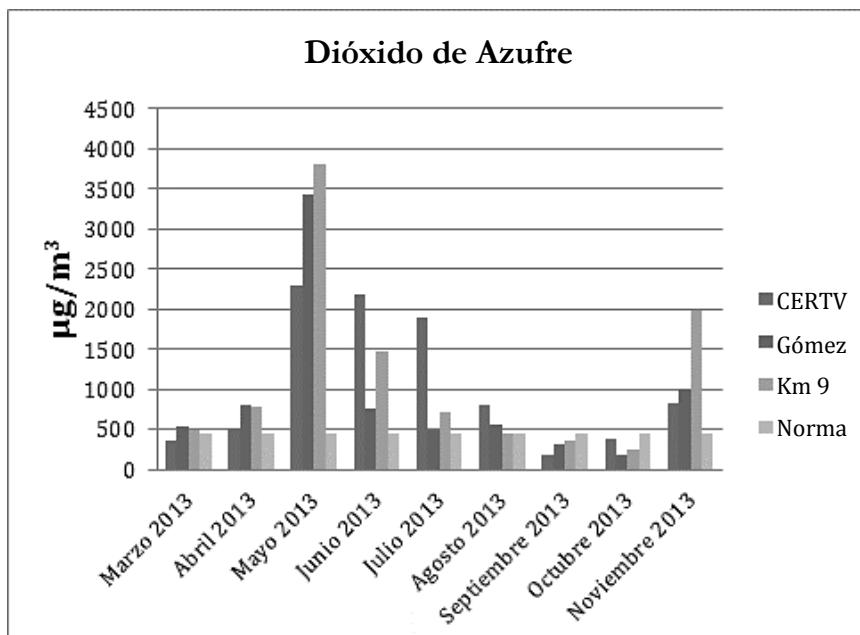
Al comparar esto con el referido informe del año 2002 se aprecian diferencias importantes que merecen estudios más amplios y profundos. Los valores reportados en ese informe no superaron en ningún caso lo establecido en las normas.

Tabla N. ° 3
Promedio mensual de Dióxido de Azufre (SO_2)
en los puntos de muestreo

Fecha	CERTV	Gómez	km 9	Norma ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Marzo 2013	362.27	550.81	507.39	450
Abril 2013	526.61	808.06	780.83	450
Mayo 2013	2305.20	3428.03	3816.02	450
Junio 2013	2189.49	764.79	1482.96	450
Julio 2013	1903.88	490.97	713.81	450
Agosto 2013	804.89	567.05	461.69	450
Septiembre 2013	188.67	314.83	354.83	450
Octubre 2013	374.55	174.21	257.42	450
Noviembre 2013	819.75	1010.73	1987.27	450

Contaminación atmosférica en puntos seleccionados de la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana

Gráfico N.^o 3
Promedio mensual de Dióxido de Azufre (SO₂)
vs la Norma Ambiental de Calidad del Aire NA-AI-001-03



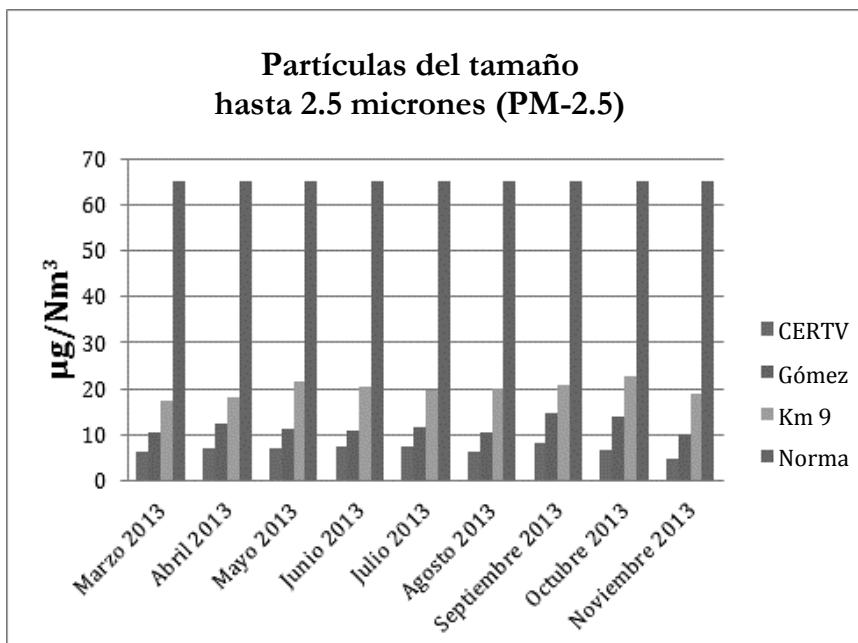
El otro contaminante estudiado es el Dióxido de Azufre (SO₂). Lo primero que se aprecia es una gran variabilidad de los valores obtenidos. No obstante hay resultados de las mediciones que merecen ser reseñados. El día 31 de mayo en el Km 9 se superó lo establecido 19 veces. El día 31 de julio se reporta un valor en CERTV que supera lo establecido en la Norma 7.8 veces, y el 6 de septiembre en el Km 9, 7.6 veces lo establecido. En el período analizado en otras sesenta y ocho (68) ocasiones se supera lo establecido, lo cual es relevante y por tanto merece ulteriores estudios y análisis.

Al realizar análisis comparativos con los referidos estudios del 2002 se aprecia un notable incremento aunque no puedan establecerse con rigor científico las tendencias claras. El informe conocido como Abt. no reporta en ningún caso mediciones que superen lo normado. Esta situación merece, de igual manera, ulteriores estudios.

Tabla N.^o 4
Promedio mensual de fraccionamiento de partículas
de tamaño 2.5 micrones (PM-2.5) en los puntos de muestreo

Fecha	CERTV	Gómez	Km 9	Norma ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
Marzo 2013	6.25	10.26	17.39	65
Abril 2013	7.13	12.37	18.22	65
Mayo 2013	6.85	11.24	21.36	65
Junio 2013	7.23	10.98	20.20	65
Julio 2013	7.49	11.44	19.69	65
Agosto 2013	6.27	10.51	19.91	65
Septiembre 2013	8.11	14.66	20.81	65
Octubre 2013	6.44	13.85	22.51	65
Noviembre 2013	4.55	9.92	18.90	65

Gráfico N.^o 4
Promedio mensual de fraccionamiento de partículas de tamaño de 2.5 micrones (PM-2.5)
vs la Norma Ambiental de Calidad del Aire NA-AI-001-03

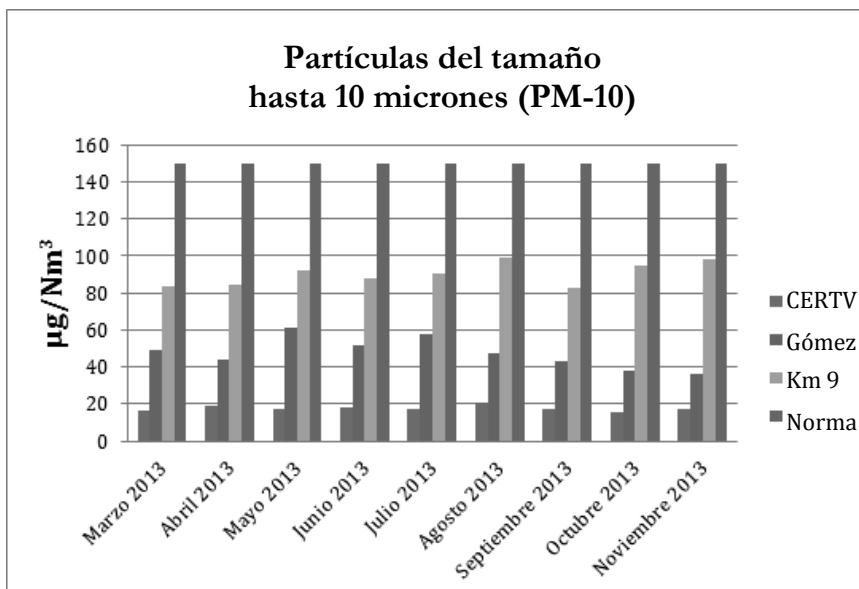


En cuanto al análisis de las partículas PM 2,5 los resultados de las mediciones arrojan que en ningún caso se supera lo establecido por la norma lo cual es una situación que puede considerarse como favorable desde el punto de vista gravimétrico para el medio ambiental y, no necesariamente, desde la perspectiva de la salud humana. Hay que hacer la caracterización química para saber cuál es la composición de este material particulado.

Tabla N.º 5
Promedio mensual de fraccionamiento de partículas de tamaño 10 micrones (PM-10) en los puntos de muestreo

Fecha	CERTV	Gómez	Km 9	Norma ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
Marzo 2013	16.25	49.25	83.25	150
Abril 2013	19.24	44.20	84.36	150
Mayo 2013	17.22	61.10	92.15	150
Junio 2013	18.10	52.11	88.21	150
Julio 2013	17.49	57.35	90.10	150
Agosto 2013	21.00	47.37	99.18	150
Septiembre 2013	16.88	42.81	82.92	150
Octubre 2013	15.97	38.22	94.92	150
Noviembre 2013	17.63	36.64	98.36	150

Gráfico N.º 5
Promedio mensual de fraccionamiento de partículas de tamaño de 10 micrones (PM-10)
vs la Norma Ambiental de Calidad del Aire NA-AI-001-03



En cuanto al análisis de las partículas PM-10 los resultados de las mediciones arrojan que en ningún caso se supera lo establecido por la norma lo cual es una situación que puede considerarse como favorable desde el punto de vista gravimétrico para el ambiente y, no necesariamente, desde la perspectiva de la salud humana. Se hace necesario realizar la caracterización química para saber cuál es la composición de las partículas.

Aquí existe una evidente diferencia con el *Informe Abt.* en el cual se refieren valores superiores a lo establecido para PM-10 según la Norma de la EPA, más tarde adoptada en República Dominicana. En el referido informe no fueron analizadas las PM 10.

6. Conclusiones

Los resultados muestran que en todas las intersecciones correspondientes a los puntos seleccionados de los sectores de la ciudad de Santo Domingo existen concentraciones a nivel de inmisiones de gases contaminantes en el ambiente, cuyos valores están por encima de los límites permisibles por la Norma Ambiental de Calidad de Aire y Control de Emisiones, excepto el Monóxido de Carbono (CO).

Según la norma ambiental de calidad de aire (en las páginas 16-17) se establece que si uno o más de los parámetros medidos exceden el valor normado se considera como una zona contaminada, en este sentido los contaminantes SO₂ y NO₂, están por encima de los límites.

Las mediciones realizadas para el CO muestran una situación favorable al compararlos con la Norma vigente y los resultados se corresponden con los mostrados en el Proyecto de Políticas Nacionales de Medio Ambiente y Recursos Naturales según el Diagnóstico Ambiental y Análisis Económico-Fiscal, realizado por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales del año 2003.

Los resultados de las mediciones de NO₂, aunque no muestran una tendencia clara y comportamiento uniforme, superan en varias ocasiones lo establecido por la norma y se diferencian en varios casos de los obtenidos en el informe anteriormente referido.

En cuanto al SO₂, igualmente resulta preocupante que se supera en varias ocasiones lo establecido en la Norma (400 µg/m³) y en todos los puntos analizados. Igualmente se superan las concentraciones obtenidas en el estudio del año 2002, aunque no se puedan establecer tendencias definitivas.

Las partículas PM 2.5 y PM 10 se encuentran en todos los casos por debajo de lo establecido en la Norma, pero en el caso del PM 2.5 difieren de los reportados en el estudio de referencia, aunque se ha de tener en cuenta que tanto los instrumentos utilizados como las características de los estudios difieren.

Los resultados de los parámetros muestreados cuantificados por inmisión de gases y partículas, en los puntos de muestreos, se encuentran diferentes niveles de contaminantes clasificados en alta y baja de acuerdo al parámetro medido, lo cual revela que todos los puntos objeto de estudio están contaminados.

7. Referencias bibliográficas

- Alem, N. (2005). *Implementación de una metodología para evaluar el impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud en la ciudad de Cochabamba*. Santo Pablo: Universidad Católica Boliviana.
- Ashe, W., Kehoe, R. (1958). *Proceedings of the National Conference on Air*. [Document N.^o 654]. New York: Pollution. Public Health Service.
- Churches, T., Corbett, S. (1991). Asthma and air pollution in Sydney. *NSW Public Health Bulletin*, 2, 72-3.

Cleanairnet.org [Página principal de Internet]. Iniciativa de aire limpio en las ciudades de América Latina: Sistema de información de calidad de aire en América Latina. Disponible en: <http://www.cleanairnet.org/lac/1471/propertyvalue-13639.html>

Gold, D., Damokosh, A., Pope, A., Dockery, D. W., McDonnell, W. F., Serrano, P. et al. (1999). Particulate and ozone pollutant effect on respiratory function of children in Southwest Mexico City. *Epidemiology*, 10(1), 8-16.

Greenburg, L., Jacobs. M. B., Drolette, B. M., Field, F., Braverman, M.M. (1962). Report of an air pollution incident in New York City, November 1953. *Public Health Report*, 77, 7-16.

Fircket, M. (1930). Sur les causes des accidents servenus dans la vallee de la Meuse, lors des brouillards de decembre. *Bull Belgian Roy Acad Med*, 11, 683-741.

Ilabaca, M., Olaeta, I., Campos, E., Villaire, J., Téllez, M. M., Romieu, I. (1999). Association between levels of fine particulate and emergency visits for pneumonia and other respiratory illness among children in Santiago. *Air WasteManag Assoc*, 49, 174-85.

Imura, H. & Schreurs, M. A. (2005). *Environmental Policy in Japan*. Boston: Edward Elgar Publishing.

Instituto Nacional de Ecología de México. (2005). Salud ambiental, desarrollo humano y calidad de vida. [Capítulo 20]. Disponible: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/363/cap20.html#top>

Jacobson, A. (1962). Natural sources of air pollution. In A. Stern (Ed.). *Air pollution*. (pp. 175-208). New York: Academic Press.

Martínez, M., Molina, E., Prieto, V., Pérez, D. (2004). Comportamiento diario del dióxido de azufre y partículas en suspensión en el Centro Habana. En *Memorias I Congreso Internacional de Ambiente, Escuela y Salud*. [CD.ROM]. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.

Ministry of Health (1954). *Morbidity and mortality during the London fog of December 1952. [Report No. 95]*. London: Ministry of Health Reports on Public Health and Medical Subjects.

Oyarzún Gómez, M. (2000). Contaminación atmosférica y asma bronquial. *Revchil enferm respir*, 16(3), 142-7.

Peters, A., Goldstein, I. F., Beyer, U., Franke, K., Heinrich, J., Dockery, W. (1996). Acute health effects of exposure to high levels of air pollution in Eastern Europe. *Am. J. Epidemiol*, 144(6), 570-81.

República Dominicana. (2010). *Informe GEO. República Dominicana 2010*. Santo Domingo: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Santo Domingo y Programa de las Naciones para el Medio Ambiente.

Romero Placeres, M., Bermejo, P., Lacasaña Navarro, M., Téllez Rojo Solís, M. M., Aguilar Valdés J., Romieu, I. (2004). Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad de La Habana. *Salud Pública México*, 46, 222-223.

Schrenk, H. H., Heimann, H. Clayton, G. Wexler, H. (1949). *Air pollution in Donora, Pennsylvania: epidemiology of unusual smog episode of october 1948*. Washington: Federal Security Agency, Public Health Service.

Sengupta, I. (2007). Regulation of suspended particulate matter (SPM) In Indian Coal-Based Thermal Power Plants: A Static Approach. *Energy Economics*, 29, 479–502.

- Teixeira, F. L., Nascimento, P. H., Ferreira, A. L. (2002). *Poluição atmosférica e atendimentos por pneumoniae gripe em São Paulo, Brasil.* Recuperado de <http://www.cepis.org.pe/bvsea/p/fulltext/pneuma/pneuma.pdf>
- Yassi, A., Kjellstrom, T., De Kok, T. (2002). *Salud ambiental básica* (versión al español realizada en el INHEM). México: PNUMA.
-

Arismendis Gómez Pérez

Es egresado de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), con una licenciatura en Química. Tiene maestría en Análisis Instrumental por la UASD; maestría Química Ambiental (UASD). Actualmente es profesor de la Cátedra de Química Básica de la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

Se ha desempeñado como consultor Ambiental en concentraciones de Agua, Suelo y Aire. Fue encargado del Laboratorio de Absorción Atómica del INDRHI. Posee entrenamiento en enseñanza e investigación en química en la Universidad UPR, Absorción atómica en Buch Scientific, Connecticut, USA, curso internacional sobre agua subterránea CAASD; Manejo seguro de sustancias Químicas y Desechos en la UASD.

Ha realizado diferentes publicaciones; entre ellas se encuentra el artículo “Metales Pesados en Agua y Sedimento del río Haina”, publicado en *Ciencia y Sociedad*.

Email: arisgomez02@hotmail.com

Arismendis Gómez Pérez, Luis Alberto Guillermo Manzanillo, Josefina Vásquez Frías, Cándido E. Quintana Pérez

Luis Alberto Guillermo Manzanillo

Es ingeniero mecánico egresado de Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC); cursa una maestría en Tecnologías de Energías Renovables en INTEC. Actualmente es el encargado del Laboratorio de Eficiencia Energética del INTEC y se desempeña como consultor en el área de energía renovable.

Email: luis.guillermo@intec.edu.do

Josefina Vázquez Frías

Profesora adjunta del INTEC, República Dominicana. Licenciada en Ciencias Biológicas (1981), con maestría en Educación Superior: mención Planificación (2003). Posee 25 años de experiencia como coordinadora de proyectos y programas ambientales, en manejo integrado de cuencas hidrográficas, educación ambiental. Coordinadora de programa de postgrado y grado; coordinadora programas de capacitación de maestros/as. Asesora de programas y proyectos de Educación Ambiental. Actualmente es coordina la Sub-Área de Medio Ambiente y la Maestría en Ciencias Ambientales del INTEC. Ha participado como expositora en más de 70 eventos científicos y ha publicado artículos sobre cuantificación de contaminantes de agua y temas de Educación Ambiental.

Email: josefina@intec.edu.do

Cándido E. Quintana Pérez

Es ingeniero Termoenergético, Dr. en Ciencias Técnicas y profesor titular de la Universidad Central de las Villas, Cuba. Tiene estudios de postgrado por el Instituto Politécnico de San Petersburgo, Rusia. Ha cursado estudios posdoctorales en la Universidad Politécnica de Cataluña, España, y en la Universidad de Ghent, Bélgica. Ha sido consultor del Imperial College of London University para proyectos de energía y medio ambiente. Actualmente labora como profesor-investigador del Área de Ciencias Básicas y Ambientales del INTEC. Fue líder científico del proyecto “Potencial de inserción del INTEC en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto”.

Email: candido.quintana@intec.edu.do

Recibido: 13/01/2014

Aprobado: 20/08/2014

