

Comunicación Breve

MONITOREO DE COV'S EN EL AIRE DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA, ARGENTINA.

MONITORING OF VOC'S IN THE AIR OF THE
CITY OF CORDOBA, ARGENTINA.

*MONITORAMENTO DE COVS NO AR DA CI-
DADE DE CÓRDOBA, ARGENTINA.*

Sbarato R. D.¹
Rubio M.^{2,3}

¹Observatorio Nacional
de Cambio Climático,
Ministerio de Ambiente y
Desarrollo Sustentable y
Ministerio de Defensa de
la Nación, ARGENTINA

²Grupo Espectroscopía
Atómica y Nuclear,
Fa.M.A.F, Universidad
Nacional de Córdoba,
ARGENTINA

³Laboratorio de Estudios
Físicos, CEPROCOR,
Córdoba, ARGENTINA

e-mail:ruben.sbarato@
gmail.com

Resumen:

La ciudad de Córdoba inauguró el 22 de abril de 1997 el Observatorio Ambiental Municipal. Hasta el año 2001 la ciudad contó con una red automática de monitoreo de contaminación atmosférica que generaba mediciones continuas de contaminantes criterio (NO₂, SO₂, CO, O₃ y PM₁₀). Otros contaminantes atmosféricos no convencionales como los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's), también fueron medidos pero en campañas esporádicas y poco consistentes. Este trabajo parte de la necesidad de disponer de mediciones de concentración ambiente de COV's para la evaluación de riesgo en salud y para la toma de decisiones en políticas públicas y privadas, ya que las mismas requieren información sobre los niveles de exposición de la población al contaminante, el número de personas expuestas, el tiempo de exposición y el conocimiento de las relaciones cuantitativas entre exposición y efectos en la salud. En esta comunicación breve informamos sobre los resultados de un año de monitoreo continuo de COV's realizado en el microcentro de la ciudad de Córdoba.

Palabras Clave: Contaminación atmosférica, Ambiente, Córdoba, COV's, Monitoreo atmosférico.

Trabajo recibido: 30 de
Noviembre 2017.
Aprobado: 20 de
Febrero 2018.

Abstract

On April 22, 1997, the city of Cordoba opens the Municipal Environmental Observatory. Up to the year 2001, the city had an automatic monitoring net of atmospheric pollution generating continuous measurements of contaminants criteria (NO₂, SO₂, CO, O₃ and PM₁₀). Other non conventional atmospheric contaminants such as Volatile Organic Compounds (VOC's) were also measured but sporadically and without consistency. This work starts from the need to have measurements of environment concentration of VOC's to assess the health risk and take decisions regarding public and private policies, since they require information about levels of population exposure to contaminants, number of people exposed, length of exposition, and the knowledge of quantitative relationships between exposition and effects on health. In this short communication we inform about the results of a year of continuous monitoring of VOC's in the micro center of the city of Cordoba.

Key words: Atmospheric pollution, Environment, Cordoba, VOC's, Atmospheric Monitoring.

Resumo

A cidade de Córdoba inaugurou em 22 de abril de 1997, o Observatório Ambiental Municipal. Até 2001, a cidade possuía uma rede automática de monitoramento da poluição do ar que gerava medições contínuas de poluentes critério (NO₂, SO₂, CO, O₃ y PM₁₀). Outros poluentes atmosféricos não convencionais, como Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) também foram medidos, mas em campanhas esporádicas e inconsistentes. Este trabalho baseia-se na necessidade de medições de concentração ambiente de COVs para a avaliação de risco para a saúde e a tomada de decisões em políticas públicas e privadas, uma vez que exigem informações sobre os níveis de exposição da população ao poluente, o número de pessoas expostas, o tempo de exposição e o conhecimento das relações quantitativas entre a exposição e os efeitos na saúde. Nesta breve comunicação expomos os resultados de um ano de monitoramento contínuo dos COVs realizados no microcentro da cidade de Córdoba.

Palavras chave: Poluição atmosférica, Meio ambiente, Córdoba, COVs, Monitoramento atmosférico.

Introducción

A pesar de las actividades de monitoreo y estudios realizados en la ciudad de Córdoba, existe muy escasa información sobre la presencia de contaminantes no criterio, específicamente de COV's.

Los COVs son compuestos gaseosos que destacan en varios aspectos por su impacto ambiental y en la salud humana. Por un lado actúan como precursores para la formación de ozono, que a su vez es un gas tóxico, que irrita a las mucosas, reduce la capacidad física en el humano, y causa daño a la vegetación (1). Por otro lado se encuentran dentro del grupo de los COVs algunos gases cancerígenos como el benceno, y otros probablemente cancerígenos como el formaldehído, el 1,3-butadieno, el acetaldehído, y los estirenos (2). Los COVs que se incluyen en la guía de calidad de aire para Europa (3) se presentan en la tabla 1. Con respecto al benceno, uno de los compuestos cancerígenos más abundantes por las emisiones vehiculares, no existe recomendación por parte de la OMS para su límite máximo. En la Comunidad Europea (4) y en la Provincia de Córdoba⁵ (105 2017) se estableció como límite máximo permisible 5 µg/m³ (1.57 ppbv) y 0.5 µg/m³ (0.157 ppbv), respectivamente, como promedio anual de benceno. No existen aún normas para COV's totales, sin embargo y en vista de la preocupación a nivel internacional sobre sus efectos

en la salud, es de esperarse una norma al respecto a mediano plazo. La importancia de los COV's reside en que contribuyen a la formación ozono (O3) troposférico al reaccionar con otros contaminantes atmosféricos (como óxidos de nitrógeno) y con la luz solar (6). El (O3) troposférico es el componente más dañino del smog fotoquímico y causa daños importantes a la salud y frena el crecimiento de las plantas y los árboles (7). Los COV's son producidos a gran escala como materia prima para varias industrias, son una de las principales causas de contaminación ambiental debido a frecuentes fugas y derrames de combustibles (8).

Tabla N°1: COVs que se incluyen en la guía de calidad de aire para Europa (OMS, 2002).

Compuesto	Efecto principal en el humano	Recomendación (OMS, 2002)
Benceno	Leucemia	ND
Butadieno	Leucemia*	ND
Formaldehido	Irritación de nariz y garganta	0.1 mg/m3 (30 min)
Benzo [a]pireno	Cáncer*	ND
Estireno	Cáncer*, efectos neurológicos	0.26 mg/m3 (1 semana)
Tolueno	Efectos en el sistema nervioso central	0.26 mg/m3 (1 semana)
* probable; ND ningún valor recomendado disponible por el momento		

La industria petrolera es fuente de la mayoría de los productos químicos en uso, siendo las naftas uno de los derivados de esta industria que más se producen y consumen, por lo que cualquier fracción relativamente pequeña que escape durante los procesos productivos, de manejo, transporte, distribución o consumo significa grandes cantidades de compuestos que entran al ambiente, contaminando agua, aire y suelo (9). Las naftas están constituidas aproximadamente por un 70% de compuestos alifáticos saturados y 30% son hidrocarburos aromáticos como el benceno, tolueno, etilbenceno e isómeros del xileno (BTEX) (10). La sola evaluación de la exposición a estos contaminantes es una disposición efectiva y eficiente para poner en marcha diferentes programas para proteger a la población la posible degradación de su salud (11).

Métodos o desarrollo experimental

Para realizar el monitoreo se optó por el protocolo de medición U.S.EPA TO14 apéndice B, 1999, y se contó con un monitor portátil de detección de compuestos orgánicos volátiles, marca RAE Systems modelo ppbRAE 300012 con un tiempo de respuesta de 3 segundos, con rango ampliado en su detector de fotoionización (PID) de 1 ppb a 10.000 ppm. La calibración la realizó la empresa SIAFA, representante local de la firma RAE. Para el montaje seguro de los equipos se desarrolló y construyó la caja autónoma que se colocó en sitio seguro y a 3 metros de altura (ver Fig. 1). En nuestra estación de monitoreo para que el año sea considerado válido tiene que tener el 75% de los meses del año validados, los meses el 75% de los días y los días el 75% de las horas. En caso contrario y para evitar descartar la información deberíamos complementar los datos recurriendo a los desarrollos en redes neuronales para simular los datos faltantes, tal como ya fue desarrollado en un de Trabajo Final de la “Licenciatura en Enseñanza de Ciencias del Ambiente” en un de UTN13.

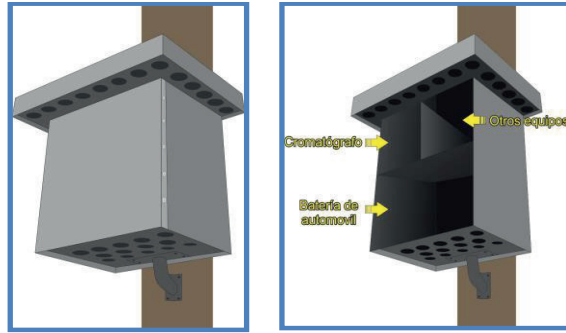


Figura 1: Unidad autónoma de monitoreo.

Resultados y Discusión

Se realizó una campaña completa en el año 2015, los valores efectivamente medidos con respecto al total de posibles superan el 75% de las horas y el 75% de los días, por lo que el año está medido completamente (ver Tabla 1).

Tabla N°1: COV's medidos y perdidos a lo largo de 2015.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
días posibles	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
días medidos	29	24	24	23	24	24	30	25	27	26	27	26	309
Porcentaje	93,5 %	85,7 %	77,4 %	76,7 %	77,4 %	80,0 %	96,8 %	80,6 %	90,0 %	83,9 %	90,0 %	83,9 %	84,7%
días perdidos	-3	-4	-7	-7	-7	-6	-1	-6	-3	-5	-3	-5	15,7%
meses posibles													12
meses medidos													12
Porcentaje													100%
meses perdidos													0%
horas posibles	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	8760
horas medidas	604	506	514	480	510	500	634	508	572	538	579	560	6505
Porcentaje	81,2 %	75,3 %	69,1 %	66,7 %	68,5 %	69,4 %	85,2 %	68,3 %	79,4 %	72,3 %	80,4 %	75,3 %	74,3%
horas perdidos	140	166	230	240	234	220	110	236	148	206	141	184	25,7%

A continuación mostramos el valor medido de COV's para cada hora del año, del verano y del invierno de 2015 (ver Fig. 2, 3 y 4).

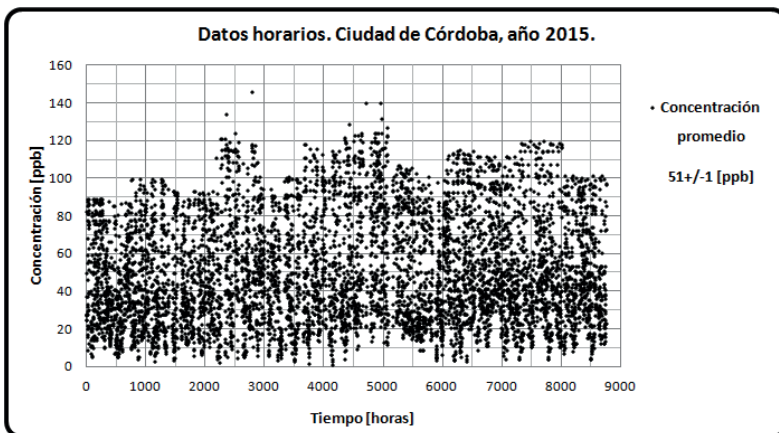


Figura 2: Datos horarios de concentración de COV's en ciudad de Córdoba, año 2015.

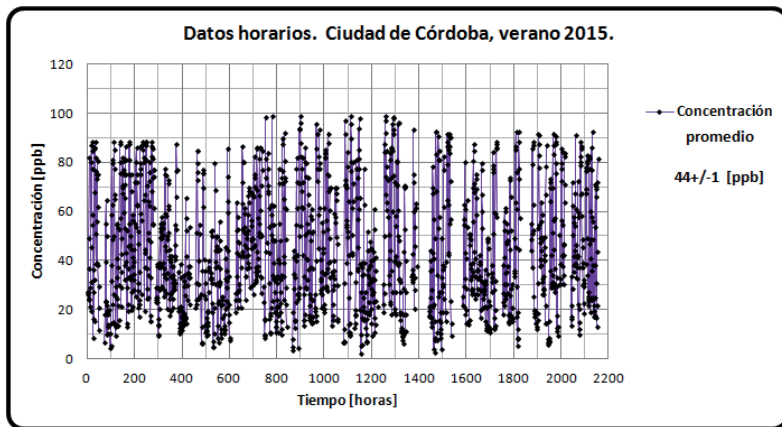


Figura 3: Datos horarios de concentración de COV's en ciudad de Córdoba, verano 2015.

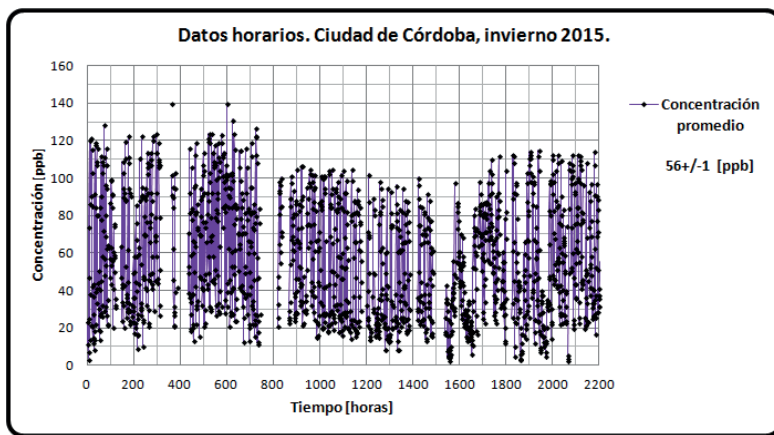


Figura 4: Datos horarios de concentración de COV's en ciudad de Córdoba, invierno 2015.

Un tema de intenso estudio, por su variabilidad a nivel mundial es el de la relación BTEX/COV's en el aire urbano, aunque en latinoamérica a este valor se lo considera 20% del total de HC no metano (14, 15).

Por otro lado, el porcentaje de BTEX en COV's también está ampliamente estudiado, en ciudades en la que las principales fuentes de contaminantes son las fuentes móviles, el valor de benceno representa un valor que oscila entre 2 y 4 % del total de COV's, en nuestro caso tomaremos 2,73% tal como lo precisa el estudio «El benceno en el aire de la ciudad de Murcia» (16).

En la Tabla 2 se representan los valores medios de COV's y el estimado de Benceno para el año 2015 y para sus estaciones de Invierno y Verano.

Tabla N° 2: Valores medios de COV's y el estimado de Benceno

	COV's [ppb]	Benceno [ppb]
Año 2015	51+/-1	1,4
Invierno 2015	56+/-1	1,6
Verano 2015	44+/-1	1,2

Realizamos, utilizando el software SPSS, el test t de Student para muestras independientes (verano e invierno), con un porcentaje de error máximo permitido de 1%, a resultados del cual los valores surgen distinguibles con un 99% de intervalo de confianza en la diferencia.

A los fines de determinar el comportamiento cualitativo a lo largo del día, calculamos el promedio horario, que surge de promediar el valor cada hora de todos los días medidos del año 2015 (ver Fig. 5).

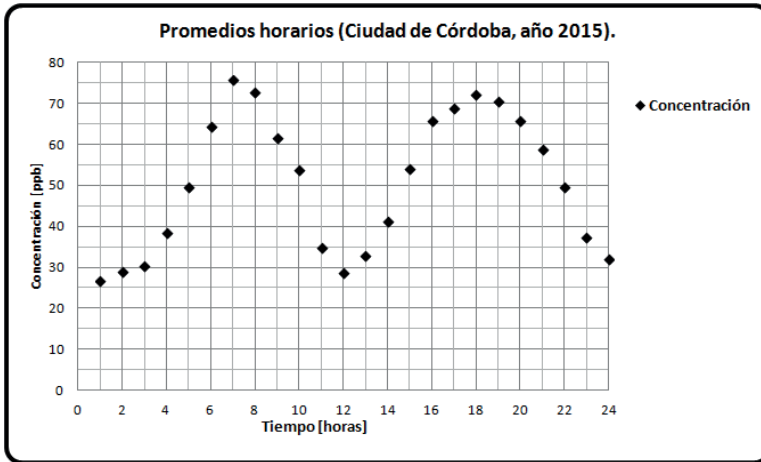


Figura 5: Promedios horarios de concentración de COV's en ciudad de Córdoba, año 2015.

Conclusiones

El valor promedio medido para invierno y verano en la cuadrícula H6 (56+/-1 ppb y 44+/-1 ppb) es superior a los estimados por modelación matemática (46 ppb y 29 ppb)17 respectivamente, en la misma cuadrícula, en porcentajes de 21% y 51%, lo que deja dos cuestiones, el error que acarreamos desde el inventario de emisiones18 por extrapolación realizado a partir del mucho más preciso realizado en 1999 y la medición de otras fuentes de contaminantes que aportan y no están modeladas.

La figura 5 refleja un comportamiento horario propio del flujo vehicular, esto y el hecho de que la zona central central de la ciudad de Córdoba sea eminentemente comercial y residencial hacen que la hipótesis de la necesidad de rehacer un inventario de emisiones utilizando metodologías más precisas cobre fuerza.

El valor promedio estimado para el Benceno en invierno (1,6 ppb) está levemente por encima del estándar fijado en la normativa internacional vigente, aunque 10 veces superior a la fijada en la provincia de Córdoba.

Bibliografía

1. Arriaga-Colina, J. L., West, J. J., Sosa, G., Escalona, S. S., Ordúñez, R. M. and Cervantes, A. D. M. Measurements of VOC's in Mexico City (1992-2001) and evaluation of VOC's and CO in the Emissions Inventory. *Atmospheric Environment*. 2004; 38:2523-2533.
2. California Air Resources Board (CARB), 1989. <https://www.arb.ca.gov/msprog/aftermkt/omstar/omstar.pdf>.
3. World Health Organization (OMS) Regional Office for Europe, Copenhagen. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, No. 91, Second Edition, ISBN 92 890 1358 3, 2000.
4. Directiva Europea de Calidad del Aire 2000/69 /CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de noviembre de 2000, sobre los valores límite para el Benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente.
5. Resolución 105 del Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos. Boletín

- Oficial de la Provincia de Córdoba, año CIV - Tomo DCXXXI - N° 128 Córdoba, (R.A.), martes 4 de julio de 2017. http://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2017/07/1_Secc_04072017.pdf.
6. Duan J., Tan J., Yang L., Wu S., Hao J. S. Concentration, sources and ozone formation potential of volatile organic compounds (COVs) during ozone episode in Beijing. *Atmos. Res.* 2008; 88:25-35.
 7. Primo Y. E. (1996), *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria*. Tomo 1. Universidad Politécnica de Valencia. Reverte. Barcelona, España. pp 261-268.
 8. Koss G y Tesseraux R (1999), "Hydrocarbons". En: Hans Marquardt, Siegfried G. Schäfer, Roger Mc Clellan, Frank Welsch (Eds) *Toxicology*. Chapter 25. Academic Press. EUA. pp 603-613.
 9. Swoboda-Colberg. *Chemical contamination of the environment, sources, types and fate of synthetic organic chemicals*. En, Youn, L.Y.; Cerniglia, C.E. (Eds.), *Microbial transformation and degradation of toxic organic chemicals*. Pág. 27-74. Wiley-Liss, New York, 1995.
 10. Hartley W. R. and Englande A. J. Jr. «Health risk assessment of the migration of unleaded gasoline: a model for petroleum products». *Water Science and Technology*. 1992; 25:65-72.
 11. Buckley T. J., Payne-Sturges D., Kim S. R. and Weaver V. *COV Exposures in an Industry-Impacted Community*. NUATRC Research Report, Number 4. Baltimore:. Department of Environmental Health Sciences. Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. 2005.
 12. *User's Guide ppbRAE 3000*. http://www.raesystems.com/sites/default/files/content/resources/Manual_ppbRAE3000_RevE.pdf. 2014.
 13. Campos J. M., 2012. *Aplicación de Redes Neuronales Artificiales para la Predicción de MP10 y O3*. Premio mejor tesis (ISBN 9789872889104).
 14. Mugica V. A., Vega E. R. y Ruiz M. E. .*Determination of hydrocarbons emission non-methane profiles in parkings of the city of México*. Memorias. IV. Congreso Interamericano sobre el medio ambiente. Tomo 1, 1997.
 15. Mugica V. A, Ruiz M.E., Watson J. y Chow J. *Volatile Organic Compounds in México City Atmosphere: Levels and Sources Apportionment*. *Atmósfera*, (16):15–27. 2003. Antonia Baeza Caracena, Enrique González Ferradas, Agustín Miñana Aznar «El benceno en el aire de la ciudad de Murcia proyecto life-macbeth» Editores: Universidad de Murcia, Año de publicación: 2001, País: España, Idioma: español, ISBN: 84-8371-242-3
 16. Baeza Caracena A., González Ferradas E., Miñana Aznar A., 2001. «El Benceno en el aire de la ciudad de Murcia proyecto life-macbeth». Editores: Universidad de Murcia, País: España, Idioma: español, ISBN: 84-8371-242-3.
 17. Sbarato R. D. y Rubio M. 2017, *Modelación matemática de la distribución de COV's en la ciudad de Córdoba, Argentina*. Comunicación Breve. Revista de la Escuela de Salud Pública, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba. Enviado a Publicar.
 18. Sbarato R. D. y Rubio M. 2017, *Estimación de COV's emitidos por fuentes fijas y móviles en el aire de la ciudad de Córdoba, Argentina*. Comunicación Breve. Revista de la Escuela de Salud Pública, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba. Aceptado para publicar.