



Influencia de Variables Meteorológicas en la Contaminación por NOx

Daniel A. Andrés (a), Eduardo J. Ferrero (b), César E. Mackler (c), Leonardo C. Ferrari (d)
(a) Profesor Titular, Investigador, U.T.N., F.R. Rosario, dandres@funescoop.com.ar
E. Zeballos 1341, 2000 Rosario, Argentina, Tel/Fax: 0054 – 341 – 4934805
(b) Profesor Titular, Investigador, U.T.N., F.R. Rosario, ejoferrero@hotmail.com
(c) Profesor Titular, Investigador, U.T.N., F.R. Rosario, cesar_mackler@hotmail.com
(d) JTP, U.T.N., F.R. Rosario, leokferrari@hotmail.com

RESUMEN: Este trabajo muestra los resultados de un estudio de la relación existente entre distintas variables meteorológicas y la concentración de NOx medidas en el microcentro de la Ciudad de Rosario.

Las variables meteorológicas elegidas fueron, temperatura, viento, presión atmosférica, precipitación pluvial y humedad del aire ambiente.

Los resultados muestran que las concentraciones de óxidos de nitrógeno disminuyen a medida que las variables meteorológicas aumentan sus valores absolutos, siendo de signo negativo todos los coeficientes de correlación obtenidos para cada una de las variables.

Se concluye que cuando la temperatura promedio atmosférica aumenta, la concentración es menor. Para mayores precipitaciones, se esperan menores concentraciones. Para la velocidad del viento cuanto más alta, menores concentraciones. Para la presión, la teoría no establece nada, pero se entiende que días de baja presión indican posibilidades de precipitaciones, por lo cual los resultados obtenidos son consistentes porque a mayor presión no hay precipitaciones. Para la humedad no se pudo establecer una relación.

Palabras claves: Contaminación atmosférica, aire respirable, Rosario, óxidos de nitrógeno

ABSTRACT: This work shows to the results of a study of the existing relation between different meteorological variables and the measured concentration of NOx in downtown of Rosario.

The meteorological variables were temperature, wind, atmospheric pressure, pluvial precipitation and ambient air humidity.

The results show that the nitrogen oxide concentrations are fallen as the different meteorological variables increase their absolute values, being of negative sign all the obtained coefficients of correlation for each one of the variables.

One concludes that when the atmospheric temperature average increases, the concentration is smaller. For majors precipitations, minors are expected concentrations. For high wind speed, smaller concentrations are. For the pressure, the theory does not establish anything, but it is understood that the days of low pressure indicate precipitation possibilities, thus the obtained results are consistent because when increasing the pressure are no precipitations. For the humidity a relation could not be established.

Keywords: Air pollution, breathable air, Rosario, nitrogen oxides.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación surge como un proyecto que es continuación de estudios de caso anteriores sobre la contaminación por óxidos de nitrógeno en el aire respirable de la Ciudad de Rosario, realizados por el grupo GESE de la Universidad Tecnológica Nacional.

Los estudios mencionados en el párrafo anterior se basaron en mediciones de NO_x por medio de sistemas activos de monitoreo.

El presente informe muestra los primeros resultados de la investigación de la influencia de los diferentes parámetros climáticos sobre la concentración de NO_x, presentes en el aire respirable del microcentro de la Ciudad de Rosario.

DESARROLLO

Los Óxidos de Nitrógeno

En la atmósfera se pueden encontrar tres tipos distintos de óxido de nitrógeno, que son el óxido nitroso (N_2O), el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2). El óxido nitroso es un gas incoloro, no inflamable ni tóxico, con un aroma y sabor ligeramente dulces. El óxido nítrico es incoloro y no inflamable, pero inodoro y tóxico. El dióxido de nitrógeno es un gas pardo-rojizo, no inflamable y es tóxico, se caracteriza por su olor asfixiante.

Las fuentes de óxidos de nitrógeno, son fundamentalmente naturales, aportando el hombre solamente alrededor de un 11 %. El 43 % de los óxidos de nitrógeno volcados en la atmósfera corresponden a óxido nitroso (N_2O) y es causado por la actividad bacteriana que produce la descomposición de los compuestos nitrogenados. En cuanto al NO es producido también por la acción bacteriana y alcanza el 45,7 % del total de la emisión de todos los óxidos en conjunto. Por último el NO_2 es emitido solamente por las fuentes antropogénicas, cuyo primer exponente son los procesos de combustión.

En los procesos de combustión se producen elevadas temperaturas, que hacen que el nitrógeno y el oxígeno del aire reaccionen entre sí para formar NO y NO_2 . Las cantidades de estos óxidos que se producen dependerán de la temperatura alcanzada por la combustión y de las cantidades de nitrógeno y oxígeno presentes: a mayor temperatura mayor porcentaje de formación de óxidos de nitrógeno. En general el NO_2 se produce en menor cantidad, pero luego en el aire y por debajo de $600\text{ }^\circ\text{C}$, el oxígeno y la acción de los rayos ultravioletas contribuyen a la oxidación del NO a NO_2 .

No todos los óxidos de nitrógeno son considerados contaminantes, en general debido a su toxicidad y a la reactividad que presentan en la atmósfera en presencia de la luz (reacciones fotoquímicas) ya que son generados por actividades del hombre, solamente al óxido nítrico (NO) y al dióxido de nitrógeno (NO_2) se los considera contaminantes, descartando al óxido nitroso (N_2O) que no ofrece mayor peligrosidad y además solamente es generado por mecanismos naturales. A la suma de los óxidos NO y NO_2 se los denomina NO_x .

Sistema de Monitoreo

Los sistemas activos de monitoreo se basan en el pasaje forzado del aire a través de un medio que retiene en forma física o química el contaminante. Luego de tomada la muestra, la misma se analiza en laboratorio determinándose la masa de contaminante retenido. Con dicha masa y el volumen de aire muestreado, se determina la concentración promedio del contaminante en el período de tiempo muestreado (UNEP – WHO, 1994).

En el caso particular que nos ocupa, la muestra de aire es forzada a pasar por un tren de monitoreo compuesto por una boca de aspiración, un filtro para retener particulados, una columna oxidante rellena de lana de vidrio impregnada con solución sulfocrómica para oxidar el NO a NO_2 , dos impactadores que contienen solución absorbente para retener el NO_2 , una trampa de agua para no afectar la bomba y detectar si existe arrastre de solución absorbente, una columna de secado con gel de sílice, un rotámetro para medir el caudal instantáneo, una válvula del tipo a aguja para regular el caudal, una bomba de aspiración y un registrador-acumulador volumétrico. El tren de monitoreo se muestra en la Fig. 1.

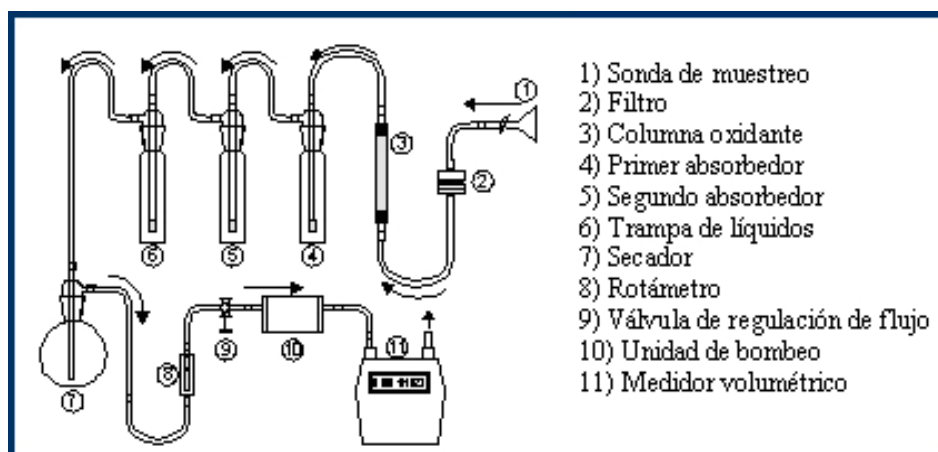


Fig. 1: Tren de Monitoreo

Las muestras se toman durante 24 hs aproximadamente. El NO₂ y el NO se retienen ambos como NO₂ en el primer y segundo impactador respectivamente, utilizando una solución alcalina de arsenito de sodio (Warner, 1981). El análisis posterior se realiza en laboratorio por colorimetría mediante el método de Griess-Saltzman, con el agregado inicial de peróxido de hidrógeno, para evitar la interferencia del SO₂ y luego sulfanilamida y N1-Naftiletildiamino diclorhidrato, como agentes cromógenos, midiéndose la absorbancia del color púrpura desarrollado a 540 nm, la cual es convertida a masa de NO₂ mediante una curva de calibración realizada previamente. La concentración de NO y NO₂ se determinan como NO_x mediante la masa obtenida por análisis de laboratorio y el volumen de aire muestreado.

Universo de estudio

El ámbito en el cual se desarrollaron las experiencias se trata de una calle de denso tránsito representativa de la zona de mayor concentración de tránsito de personas y de vehículos, rodeada de alta edificación y con una calle de relativa estrechez.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Fig. 2 se pueden observar los distintos valores de concentración de NO_x encontrados en el período que va desde diciembre de 2004 a octubre de 2007 y todos los registros graficados pertenecen a ese período, las mediciones se realizaron durante tres días a la semana.

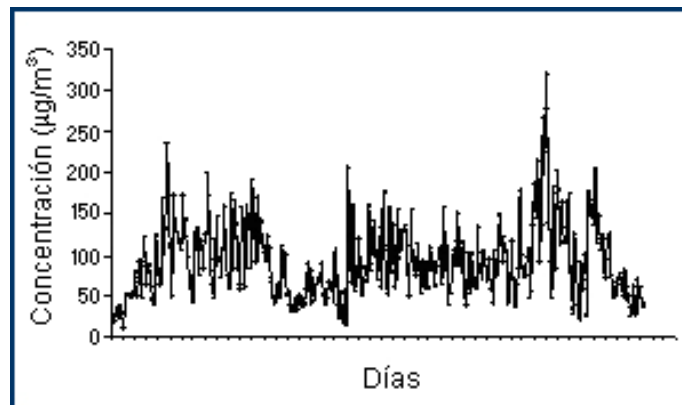


Fig. 2: Concentraciones de NO_x vs días monitoreados

Estos datos de concentración se trataron con un programa de análisis de datos estadísticos, introduciendo distintas variables meteorológicas a los efectos de determinar el grado de relación que hay entre las concentraciones de NO_x obtenidas y cada una de ellas. Las variables utilizadas fueron las siguientes:

- Temperatura.
- Precipitaciones.
- Velocidad del viento.
- Humedad.
- Presión.

Se analizó el grado de correlación lineal entre los valores diarios de concentración de NO_x expresados en microgramos por metros cúbicos y los resultados se incluyen en la Tabla 1:

Variable	Temperatura	Velocidad del Viento	Presión	Precipitación	Humedad
Coef.	-0,3	-0,3	-0	-0,1	-0,1

Tabla 1: Coeficientes de Correlación para las Variables Climáticas

Del cuadro anterior se pueden observar los siguientes signos de la correlación lineal:

- Concentración de NO_x -Temperatura: negativa.
- Concentración de NO_x -Velocidad del viento: negativa.
- Concentración de NO_x -Presión: negativa.
- Concentración de NO_x -Precipitación: negativa.
- Concentración de NO_x -Humedad: negativa.

El valor del signo establece que en todos los casos, un incremento en la Concentración de NO_x se da cuando existe una disminución en la variable meteorológica correspondiente, siendo despreciable la relación encontrada para la relación concentración de NO_x con la Humedad.

Podemos observar en las distintas figuras como disminuyen las concentraciones de NO_x , para el caso de la temperatura, según la Fig. 3, se observa que cuando la temperatura asciende de 10 °C promedio a más de 25 °C promedio las concentraciones descienden sensiblemente, a pesar que el tránsito automotor es prácticamente el mismo.

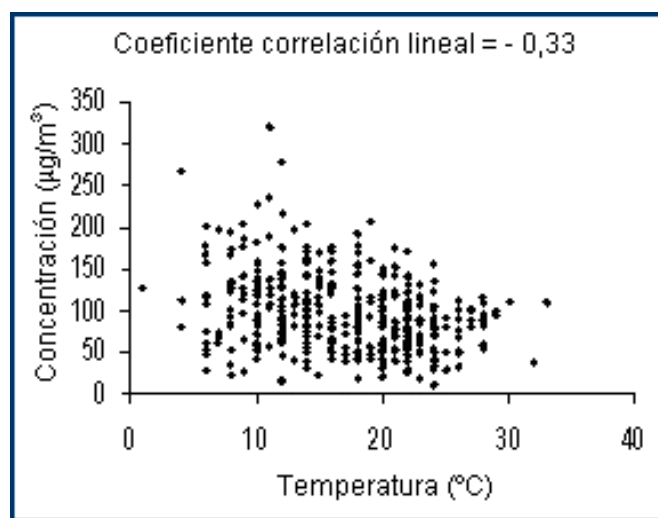


Fig. 3: Concentraciones de NO_x vs Temperatura

Para la velocidad del viento, en la Fig. 4 podemos ver cómo para velocidades inferiores a 15 km/h las concentraciones tienden a aumentar a medida que la velocidad del viento disminuye y la concentración disminuye sensiblemente cuando la velocidad es de alrededor de 20 km/h.

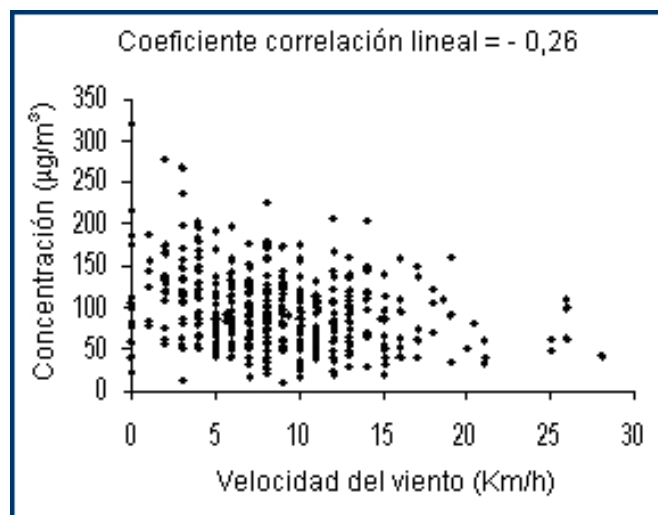


Fig. 4: Concentraciones de NO_x vs. Velocidad del Viento

Con la precipitación, según la Fig. 5, es notable las altas concentraciones que se obtienen cuando la precipitación es nula y cómo disminuyen sensiblemente a medida que la precipitación se hace más ostensible.

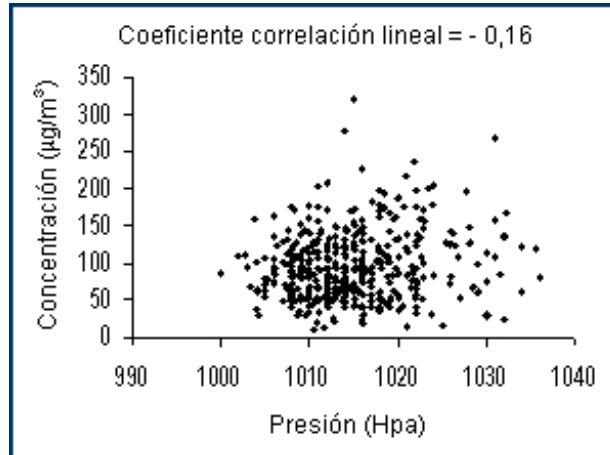


Fig. 5: Concentraciones de NO_x vs. Presión Atmosférica

Para la presión atmosférica, la cual está asociada con la posibilidad de lluvia, es decir, a medida que es mayor la presión atmosférica es menor la posibilidad de precipitaciones, de acuerdo a la Fig. 6 se puede observar una leve tendencia a la disminución de las concentraciones con el aumento de esta variable.

Para la humedad, tal como se observa en la Fig. 7, no se pudo establecer ninguna relación importante.

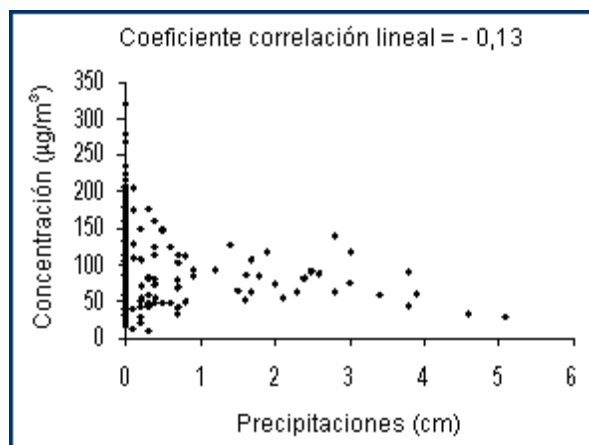


Fig. 6: Concentraciones De NO_x vs. Precipitaciones

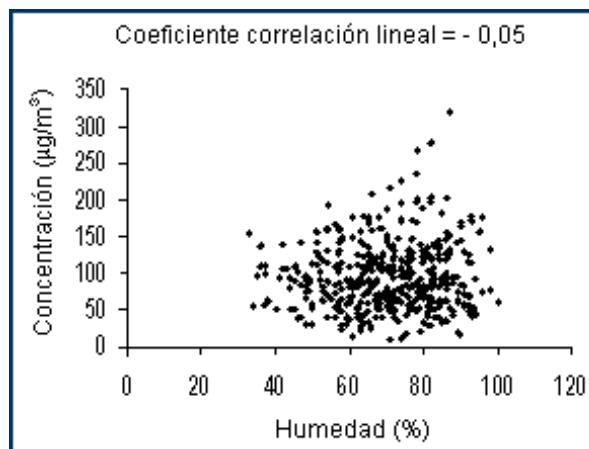


Fig. 7: Concentraciones de NO_x vs. Humedad

CONCLUSIONES

En el caso de la temperatura, la teoría nos dice que en las temporadas con mayor presencia de sol la capa límite atmosférica asciende y por lo tanto la temperatura promedio aumenta con dicho ascenso, con lo cual es de esperar que si las emisiones de NO_x se mantienen en los valores habituales, la concentración debe ser menor en épocas de altas temperaturas (más alta la capa límite atmosférica) y mayor la concentración con menores temperaturas (menor altura de la capa límite), lo cual concuerda con los resultados obtenidos.

Para las precipitaciones, la teoría establece que a mayor índice de precipitaciones, mayor es la disminución de la concentración, ya que se fuerza a las moléculas del contaminante a que precipiten por arrastre y disolución y no queden dispersas en el ambiente, lo cual concuerda con los resultados obtenidos.

En el caso de la velocidad del viento, se sabe que a mayor velocidad implica una menor concentración dado que se produce un fenómeno de dilución y dispersión por arrastre. Los resultados obtenidos muestran que esto es así.

Para la presión, la teoría no establece nada, pero se puede analizar correlacionando cada una de estas variables con otras variables meteorológicas.

Se entiende que los días de baja presión son los que indican posibilidades de lluvia, por lo cual se puede decir indirectamente que los resultados obtenidos son consistentes ya que si aumenta la presión, no hay lluvias y por ende la concentración del contaminante aumenta.

Para la humedad no se pudo establecer una relación.

AGRADECIMIENTOS

A la invaluable y fundamental contribución de la Lic. Mónica Grasso en el análisis estadístico de variables.

REFERENCIAS

D. A. Andrés, E. J. Ferrero, C. E. Mackler, E. Santambrosio, D. Matrángelo., "Monitoreo de Dióxido de Nitrógeno en la Zona Céntrica de la Ciudad de Rosario Mediante Equipos Pasivos". Proyecto Integrador para la Mitigación de la Contaminación Atmosférica". PROIMCA. San Nicolas de los Arroyos. Argentina. 30 y 31 de Octubre de 2007. pp 9-10 (2007).

D. A. Andrés, E. J. Ferrero, C. E. Mackler, E. Santambrosio, D. Matrángelo., "Estudio de la contaminación atmosférica por ox Sanitaria y Ambiental. Vol 95. pp. 72 a 76. (2007).

D. A. Andrés, E. J. Ferrero, C. E. Mackler, E. Santambrosio, D. Matrángelo., "Comparación de la Influencia de Distintos Equipos de Calefacción en la Contaminación Interior por Oxidos de Nitrógeno. Conclusiones finales". Revista Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 17 pp. 61-65, (2005).

D. A. Andrés, E. J. Ferrero, C. E. Mackler, "Comparación de la Influencia de Distintos Equipos de Calefacción en la Contaminación Interior por Oxidos de Nitrógeno", Revista Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 15, pp. 25-30. (2004).

D. A. Andrés, E. J. Ferrero, C. E. Mackler, E. Santambrosio, "Medición de Dióxido de Nitrógeno en el Interior de Viviendas Familiares – Estudio de Caso". Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 12. pp. 39-43. (2003).

D. A. Andrés, E. J. Ferrero, C. E. Mackler, E. Santambrosio, J. Caminos. "Comparación de los Niveles de Contaminación por Dióxido de Nitrógeno entre el Ambiente Interno de Viviendas Familiares y el Ambiente Exterior". Revista Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 11. pp. 35-39. (2002)

UNEP-WHO, GEMS/AIR. "Methodology Review Handbook Series. Volume 4. Active and Pasive Sampling Methodologies for Measurement of Air Quality". Nairobi. (1994).

World Health Organization "Oxides of Nitrogen", WHO Environment Criteria N° 4. Geneva. (1977).

Wark, Kenneth and Warner Cecil, "Contaminación del Aire, Origen y Control". Editorial Limusa, México D.F. (2000).

Warner, Peter, "Análisis de los Contaminantes del Aire". Editorial Paraninfo, Madrid. (1981).idos de nitrógeno en la Ciudad de Rosario, Argentina". Revista Ingeniería