

APLICACIÓN DEL MODELO DE PLUMA GAUSSIANA PARA ESTUDIAR EL TRANSPORTE DE PARTÍCULAS DE QUEMA DE BIOMASA EN LA ZONA DE LA REGIÓN PAMPEANA ARGENTINA.

C Alfaro¹ y GM Salum²

¹Regional Trenque Lauquen, Universidad Tecnológica Nacional
²Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional
e-mail: gmsalum@hotmail.com

RESUMEN. Dada la importancia de estudiar la evolución de la contaminación generada desde un foco de quema de biomasa y dispersada por el efecto de los vientos, en el presente trabajo se presenta una aplicación de un modelo matemático para el pronóstico de la dispersión de contaminantes particulados en la región pampeana argentina. Para esto, se utiliza el modelo espacio-temporal de dispersión de la pluma gaussiana y la información de la cantidad de partículas que se inyectan a la atmósfera se obtiene de los mapas satelitales del índice de aerosol de TOMS/EP de la NASA.

Palabras clave: quema de biomasa, modelo matemático, pluma gaussiana, región pampeana, Argentina.

INTRODUCCION

Existen dos clases de mediciones de la contaminación del aire: mediciones de concentraciones de contaminantes en el aire (conocido como monitoreo del ambiente) y mediciones de las concentraciones de las emisiones de la/s fuente/s.

Dado que en el presente trabajo se estudia en particular la contaminación por material particulado (aerosoles) que se inyecta a la atmósfera por quema de biomasa en zona central de la región Pampeana Argentina y se extiende hasta la desembocadura del Río de la Plata, se utiliza una fuente de datos que no es ninguna de las anteriores: las imágenes satelitales TOMS/Earth Probe con datos del *aerosol index* (índice de aerosol), que la NASA publica en su página web (http://toms.gsfc.nasa.gov/aerosols/aerosols_v8.html).

El *aerosol index* (o índice de aerosol) TOMS es una medición de cuánto la longitud de onda de la radiación ultravioleta retrodispersada desde una atmósfera que contiene aerosoles (dispersión Mie, Rayleigh y absorción) difiere de la de un ambiente molecular puro (sólo dispersión Rayleigh).

La quema de biomasa implica la quema de vegetación viva o muerta por medio de incendios, incluyendo pastizales, bosques y residuos agrícolas, generalmente para despejar las tierras y convertirlas a usos agrícola-ganaderos. En escala regional y global, la quema de biomasa es una fuente significativa de emisiones gaseosas y particuladas a la atmósfera. Los aerosoles liberados contienen elementos metálicos producidos por el calentamiento de la vegetación y los suelos.

El humo producido está dominado por partículas orgánicas finas con concentraciones variables de hollín, emitidas en la etapa caliente, de llama, de los incendios. En los incendios forestales ésta etapa es seguida por otra más fría, de brasa, en la cual se emite un humo compuesto de partículas orgánicas sin hollín, en mayores cantidades que durante la etapa de llama. Los pastizales se queman rápidamente en fuertes incendios de llama, que emiten grandes cantidades de hollín, sin etapa de brasa.

Como ya se demostró en los trabajos de Dominguez y colaboradores (2003) y Salum y colaboradores (2008), es de suma importancia el estudio de la evolución de las nubes de contaminación generadas, como así también el tipo de aerosoles (partículas) que se inyectan. Estos contaminantes particulados no sólo se extienden rápidamente a zonas aledañas sino también influyen en ellas de manera muy negativa. En el trabajo de Salum y colaboradores (2008) se presenta el gran efecto atenuante (más del 50% al mediodía solar) de la radiación UV debido a la presencia de nubes de contaminantes en Rosario, que no fueron generadas allí.

Los modelos de dispersión de calidad del aire consisten en un grupo de ecuaciones matemáticas que sirven para interpretar y predecir las concentraciones de contaminantes causadas por la dispersión y por el impacto de las plumas de contaminación (nubes de contaminantes en la atmósfera que viajan con forma de pluma). Estos modelos incorporan las diferentes condiciones meteorológicas, incluidos los factores relacionados con la temperatura, la velocidad del viento, la estabilidad y la topografía. Existen cuatro tipos genéricos de modelos: gaussiano, numérico, estadístico y físico.

El modelo utilizado para poder predecir la dispersión de la contaminación es el modelo dispersivo de la *pluma gaussiana* (De Nevers, 1972), el cual emplea la ecuación de distribución gaussiana y es ampliamente usado para estimar el impacto de contaminantes no reactivos.

En particular se estudió el evento de los días 1° al 3 de enero del año 2001 (ver figura 1). En la Figura 1 se observa otro foco intenso de contaminación el día 2 de enero hacia el sur-este de la región pampeana argentina (de similares

características observadas del foco del día anterior). Si bien ambos focos se encuentran cercanos uno de otro, ya que el segundo se encuentra a unos 39.5°S y 66°W, no lo hemos considerado en el presente análisis por no mostrar ninguna evolución geográfica ni temporal.

DESARROLLO

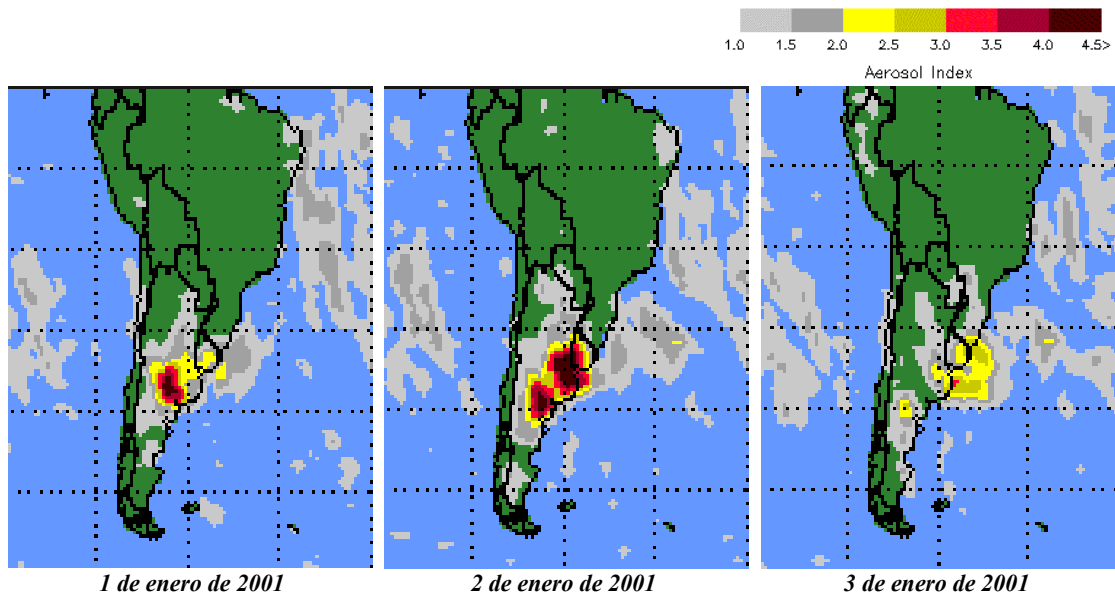


Figura 1. Imágenes satelitales TOMS/NASA del índice de aerosol de los aerosoles inyectados a la atmósfera desde la zona central de la región pampeana argentina y que viajan hasta la desembocadura del Río de la Plata. En la parte superior derecha se muestra el código de colores y su correspondencia con el aerosol index.

Continuando con el trabajo de Dominguez y colaboradores (2003) se aplicará el modelo 3D de Pasquill y Smith (1983) presentado en la ecuación (1).

$$C_q = \frac{1}{u \cdot \sigma_y} \cdot e^{\left(\frac{-1}{2\sigma_y^2} \cdot y^2\right)} \quad (1)$$

En esta ecuación, C_q es el valor de concentración relativa, u representa la velocidad del viento a la altura de la pluma, y σ_y es el coeficiente de dispersión en la dirección latitudinal y perpendicular a la dirección x del viento.

Cálculo de velocidad de vientos y coeficientes de dispersión

Al superponer mapas de dos días consecutivos, y midiendo el vector desplazamiento del punto máximo del *aerosol index*, se realizan los siguientes cálculos:

- a) El módulo del primer vector desplazamiento es $0,7\text{cm} = 361,6\text{km}$. Teniendo en cuenta que el intervalo de tiempo entre cada imagen es de un día, la velocidad estimada del viento es:

$$u = \frac{x}{t} = \frac{361.6\text{km}}{24\text{hs}} = 15.07 \text{ km/hs} \equiv 4.2 \text{ m/s}$$

- b) El módulo del segundo vector desplazamiento es $0,8\text{cm} = 413\text{km}$. La velocidad estimada del viento ahora será:

$$u = \frac{x}{t} = \frac{413\text{km}}{24\text{hs}} = 17.2 \text{ km/hs} \equiv 4.8 \text{ m/s}$$

- c) El módulo del tercer vector desplazamiento es $0,7\text{cm} = 361,6\text{km}$ y la velocidad del viento estimada es:

$$u = \frac{x}{t} = \frac{361.6\text{km}}{24\text{hs}} = 15.07 \text{ km/hs} \equiv 4.2 \text{ m/s}$$

Midiendo la dispersión latitudinal de la pluma, centrada en el punto máximo del *aerosol index* (de donde se obtiene la latitud y la longitud del foco de la nube de contaminación), sobre cada uno de los mapas se obtiene:

- a) para el 01/01/01: foco en (37° S; 65° O) y $\sigma_y = 1.2cm \equiv 620km$;
- b) para el 02/01/01: foco en (35° S; 59,5° O) y $\sigma_y = 1.6cm \equiv 826.7km$; y
- c) para el 03/01/01: foco en (35° S; 57,5° O) y $\sigma_y = 2cm \equiv 1033km$.

Aplicando los datos obtenidos de cada figura en la ecuación (1) es posible describir la evolución de la contaminación a medida que la pluma avanza hacia el noreste de la región de la llanura pampeana. Dicha evolución se plasmó en las curvas de las gráficas 2, 3 y 4, con el software MATLAB®, para las distancias correspondientes a los frentes de las plumas.

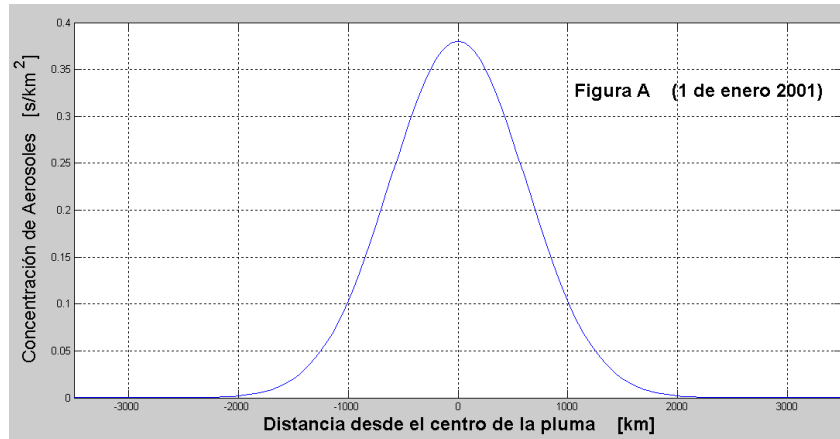


Figura 2. Distribución gaussiana en la dirección latitudinal para el día 1de enero de 2001.

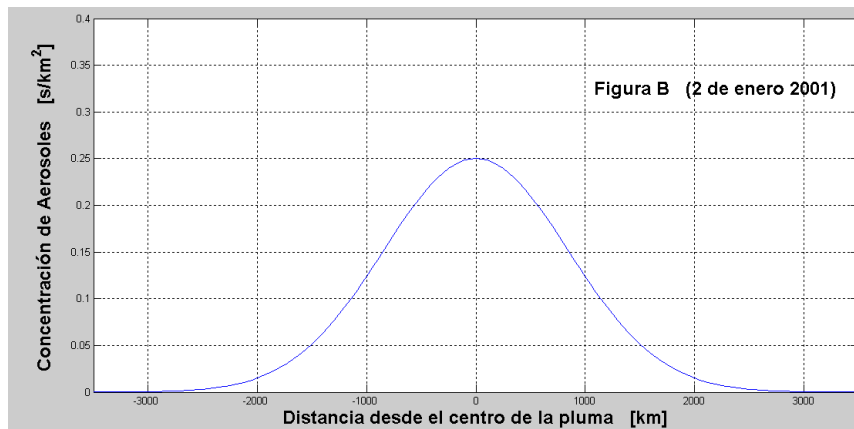


Figura 3. Idem Figura 2 para el día 2 de enero de 2001.

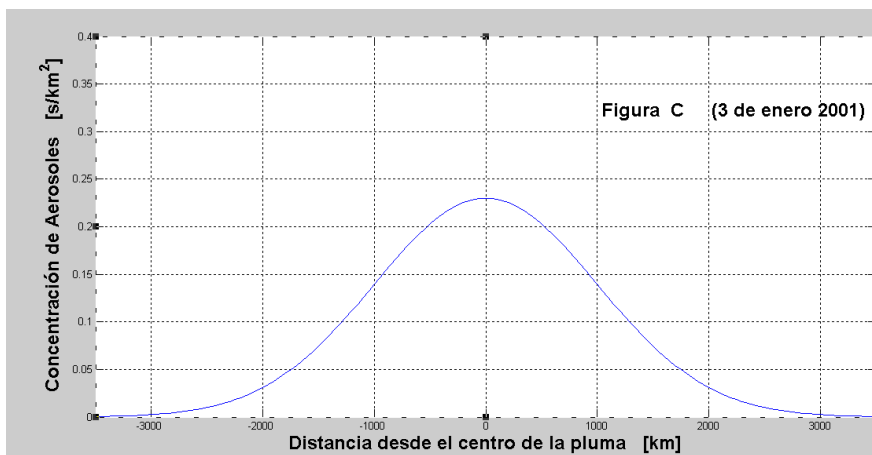


Figura 4. Idem Figura 3 para el día 3 de enero de 2001.

Comparando los resultados obtenidos con los datos de propagación de las imágenes puede verse una muy buena correlación ya que el modelo muestra una reducción de la concentración del foco del 40% mientras que las imágenes muestran una reducción del 35%.

CONCLUSIONES

Continuando con el trabajo de Domínguez y colaboradores (2003), se aplicó el modelo de pluma gaussiana para estimar la evolución de la concentración relativa de aerosoles transportados ahora desde la fuente en la zona central de la región Pampeana Argentina hasta la desembocadura del Río de la Plata, pasando por el noroeste y noreste de la provincia de Buenos Aires.

El modelo dispersivo de pluma gaussiana es una muy buena primera aproximación para el pronóstico de propagación de los contaminantes en el caso de las quemadas de biomasa. Además, en caso de no disponer de mediciones de concentraciones de contaminantes, la herramienta de la imagen satelital es de gran ayuda.

AGRADECIMIENTOS

A las Regional Trenque Lauquen y Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional.

REFERENCIAS

- De Nevers N (1972) *Ingeniería de control de la contaminación del aire*. Editorial Mc Graw Hill.
- Domínguez F, Salum GM y Piacentini RD (2003) *Transporte de partículas desde la zona de quema de biomasa amazónica hasta regiones de Argentina y Uruguay*. Trabajo comunicado en la “XXVI Reunión de trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente” y la “XII Reunión de IASEE Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar” – ASADES FORMOSA 2003
- Kaufman YJ, Tanré D y Boucher O (2002) *A satellite view of aerosols in the climate system* Nature, 419, 215
- Mielnicki DM, Canziani PO, Drummond J y Skalany JP *La quema de biomasa en sudamérica vista desde el espacio* “Programa de Estudio de los Procesos Atmosféricos en el Cambio Global” Universidad Católica Argentina
- Pasquill F y Smith F (1983) *Atmosphere diffusion*, 3er ed. Ellis Horwood, Chichester, England
- Pereira EB, Setzer AW, Gerab F, Artaxo PE, Pereira MC y Monroe G (1996) *Airborne measurements of aerosols from burning biomass in Brazil related to the TRACE A experiment* Journal of Geophysical Research, 101, 23983
- Piacentini RD, Micheletti MI y Crinó E (2008) *Partículas en suspensión atmosférica transportadas desde otras regiones hacia la zona del Observatorio Auger Sur (Malargüe, Argentina)* Trabajo comunicado en la “93a Reunión Anual de la Asociación de Física Argentina (AFA)”
- Salum GM, Crinó E y Piacentini RD (2008) *Efectos de los aerosoles de incendios de abril 2008 en islas del Paraná, sobre la radiación solar UV* – Anales AFA 2008 – ISSN 18501158

APPLICATION OF MODEL TO STUDY THE PEN Gaussian PARTICLE TRANSPORT OF BIOMASS BURNING IN THE AREA OF ARGENTINA Pampas.

C Alfaro y GM Salum

ABSTRACT. Given the importance of studying the evolution of the pollution generated from a source of biomass burning and dispersed by the effects of winds, this paper presents an application of a mathematical model for forecasting the dispersion of particulate pollutants in Pampas region of Argentina. For this, we use the space-time model of *gaussian plume dispersion* and concentration information of particles that are injected into the atmosphere is obtained from satellite maps of TOMS/EP aerosol index from NASA.

KEY WORDS: biomass burning, mathematical model, Gaussian plume, Pampas, Argentina.