

CALIOPE: SISTEMA DE PRONÓSTICO OPERACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE PARA EUROPA Y ESPAÑA

José M^a Baldasano^(1,2), Oriol Jorba⁽¹⁾, Santiago Gassó^(1,2), M^a Teresa Pay⁽¹⁾, Gustavo Arevalo⁽¹⁾

(1) *Barcelona Supercomputing Center–Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS)*
c/ Jordi Girona 29, Edificio Nexus II, 08034 Barcelona e-mail: jose.baldasano@bsc.es

(2) *Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)*

La contaminación atmosférica es el factor ambiental con un mayor impacto en la salud y es responsable del mayor número de enfermedades relacionadas con el medio ambiente (WHO, 2004; EEA, 2005). Las estimaciones de este último estudio indican que 20 millones de ciudadanos europeos sufren problemas respiratorios cada día. Las partículas (especialmente con un diámetro inferior a 2.5 micras, PM_{2.5}) se asocian con un incremento de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cardiopulmonares. El coste social del asma se estima en 3 billones de euros por año. Las personas asmáticas y, en especial los niños, son sensibles a la calidad del aire y numerosos estudios muestran su fuerte asociación a una exposición, tanto crónica como aguda, a la contaminación atmosférica.

La Directiva Marco 2008/50/CE de Calidad del Aire regula los principios básicos de la estrategia común europea para fijar objetivos de calidad del aire. Señala la necesidad de desarrollar acciones que permitan aumentar los conocimientos sobre el transporte y dinámica de contaminantes para asegurar el cumplimiento de la legislación e informar a la población sobre los niveles de contaminación a los que se ve sometida. Exige, cuando se sobrepasan determinados valores límites, un diagnóstico detallado de las áreas territoriales donde se producen los excesos y la previsión de la evolución de los niveles de inmisión. También establece la posibilidad de usar técnicas de modelización para evaluar la calidad del aire.

En este trabajo se describe el sistema CALIOPE de pronóstico de calidad del aire para España y Europa (<http://www.bsc.es/caliope>), desarrollado en el *Barcelona Supercomputing Center–Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS)* y financiado por el Ministerio de Medio Ambiente (Baldasano et al, 2008a).

El sistema integra los siguientes modelos WRF-ARW/HERMES/CMAQ/BSC-DREAM8b (figura 1). CMAQ es el modelo de transporte químico usado para la dispersión y transformación de los contaminantes (www.cmaq-model.org); el modelo de pronóstico meteorológico WRF-ARW proporciona la información meteorológica (www.wrf-model.org). Las emisiones se derivan del modelo HERMES (Baldasano et al, 2008b); y el sistema también considera la contribución de polvo natural y su aportación al PM₁₀ a partir del BSC-DREAM8b (Pérez et al, 2006a, 2006b).

El sistema permite obtener pronósticos de la calidad del aire a 48 horas para los dominios de España y Europa con una resolución horizontal de malla de 4 y 12 km² respectivamente, con anidamientos sobre las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona a 1 km², y una resolución temporal de 1 hora (figura 2). Calcula la concentración horaria de O₃, NO_x, CO, SO₂,

PM10 y PM2.5. Se configura como una herramienta para los gestores de la calidad del aire y los ciudadanos para el conocimiento de los valores de la calidad del aire, y para conocer su dinámica a nivel europeo y peninsular. El sistema funciona desde octubre del año 2006.

El sistema también consta de un módulo de evaluación en NRT (*Near Real Time*), donde se usan diferentes métricas, con las medidas de más de 400 estaciones de calidad del aire, y se aplica un proceso de corrección del bias mediante la aplicación de un KF. Asimismo, se evalúa en continuo el funcionamiento del modelo meteorológico (Sicardi et al, 2012).

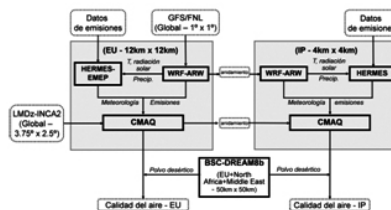


Fig. 1.- Esquema del sistema de pronóstico de la calidad del aire CALIOPE.

Una de las componentes más importantes en un modelo de calidad del aire son las emisiones. En CALIOPE se ha desarrollado un modelo de emisiones de alta resolución para España: *High Elective-Resolution Modelling Emission System* (HERMES). El modelo gestiona sus bases de datos en un entorno SIG y la parte de cálculo está programada en C++. El modelo computa las emisiones de gases y material particulado. El sistema calcula las emisiones antropogénicas (tráfico rodado, marítimo y aéreo en puertos y aeropuertos, sector industrial, generación eléctrica, y sector doméstico y comercial) y biogénicas; puede calcular las emisiones en escala horaria, diaria, mensual y anual, desde una resolución espacial de 1 km².

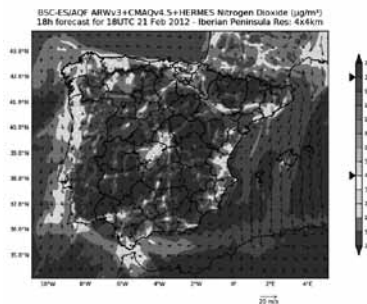


Fig. 2.- Pronóstico para España de contaminación de NO2 para el 22 de febrero de 2012 a las 18UT.

Además del sistema de evaluación en continuo, el sistema se ha evaluado en modo diagnóstico en base al año 2004 y en modo pronóstico en base a los años 2009 y 2011 y en el estudio de episodios específicos (Pay et al, 2010; Baldasano et al, 2011)

REFERENCIAS

- Baldasano J.M, P. Jiménez-Guerrero, O. Jorba, C. Pérez, E. López, P. Güereca, F. Martin, M. García-Vivanco, I. Palomino, X. Querol, M. Pandolfi, M.J. Sanz and J.J. Diéguez (2008a). CALIOPE: An operational air quality forecasting system for the Iberian Peninsula, Balearic Islands and Canary Islands- First annual evaluation and ongoing developments. *Advances in Science and Research*, 2: 89-98
- Baldasano J.M., L. P. Güereca, E. López, S. Gassó, P. Jimenez-Guerrero (2008b) Development of a high resolution (1 km x 1 km, 1 h) emission model for Spain: the High-Selective Resolution Modelling Emission System (HERMES). *Atmospheric Environment*, 42: 7215-7233 doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.07.026
- Baldasano J.M., M.T. Pay, O. Jorba, S. Gassó and P. Jiménez-Guerrero (2011) An annual assessment of air quality with the CALIOPE modeling system over Spain. *Science of the Total Environment* 409: 2163–2178 doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.01.041
- EEA (2005). Environment and Health. European Environment Agency, European Commission, Joint Research Centre, Report 10/2005, 40 pp.
- Pay M.T., M. Piot, O. Jorba, S. Gassó, M. Gonçalves, S. Basart, D. Dabdubd, P. Jiménez-Guerrero, J. M. Baldasano (2010) A Full Year Evaluation of the CALIOPE-EU Air Quality Modeling System over Europe for 2004. *Atmospheric Environment* 44 3322-3342 doi: 10.1016/j.atmosenv.2010.05.040
- Pérez C., S. Nickovic, J.M. Baldasano, M. Sicard, F. Rocadenbosch, and V. E. Cachorro (2006a) A Long Saharan Dust over the Western Mediterranean: Lidar, Sun Photometer Observations and Regional Dust Modelling. *Journal of Geophysical Research* 111, D15214, doi: 10.1029/2005JD006579
- Pérez C., S. Nickovic, G. Pejanovic, J.M. Baldasano and E. Ozsoy (2006b) Interactive Dust-radiation Modeling: A Step to improve Weather Forecast. *Journal of Geophysical Research* 111, D16206 doi:10.1029/2005JD006717
- Sicardi V., J. Ortiz, A. Rincón, O. Jorba, M.T. Pay, S. Gassó, J.M. Baldasano (2012) Assessment of Kalman filter bias-adjustment technique to improve the simulation of ground-level Ozone over Spain. *Science of the Total Environment*, 416: 329–342 doi:10.1016/j.scitotenv.2011.11.050
- WHO (2004) Health Aspects of Air Pollution. Document E8 3080 (www.who.int)