

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE POLVO MINERAL ATMOSFÉRICO EN EL NORTE DE ÁFRICA Y ORIENTE MEDIO ESTIMADA A PARTIR DE OBSERVACIONES DE VISIBILIDAD HORIZONTAL

E. Terradellas⁽¹⁾, C. Camino⁽²⁾, S. Alonso-Perez⁽³⁾, S. Basart⁽⁴⁾, J.M.Baldasano⁽⁵⁾, E. Cuevas⁽⁶⁾

(1) AEMET, Barcelona, eterradellasj@aemet.es

(2) AEMET, Santa Cruz de Tenerife, ccaminog@aemet.es

(3) IDAEA (CISC), Barcelona. AEMET, Santa Cruz de Tenerife, salonsop@aemet.es

(4) BSC-CNS, Barcelona, sara.basart@bsc.es

(5) BSC-CNS, Barcelona, UPC, Barcelona jose.baldasano@bsc.es

(6) AEMET, Santa Cruz de Tenerife, ecuevasa@aemet.es

El polvo mineral atmosférico interactúa con diferentes aspectos del sistema climático. Modifica el balance radiativo de manera directa, debido a sus propiedades de absorción y dispersión de la radiación, y de manera indirecta, por su influencia en el tipo y tiempo de vida de las nubes. Influye también en la microfísica de las nubes por la capacidad que tienen las partículas de polvo de actuar como núcleo de condensación. Por otra parte, el polvo mineral afecta a los ciclos biogeoquímicos, provocando cambios en la productividad de ecosistemas marinos y terrestres. Tiene un impacto negativo en la salud humana causando problemas infecciosos, respiratorios y cardiovasculares. Finalmente, desde el punto de vista económico, los principales efectos negativos están relacionados con la reducción de la visibilidad que afecta sobre todo al sector del transporte.

África Septentrional es la mayor fuente de polvo mineral en el mundo (*Engelstaedter et al., 2006*). Sin embargo, carece de sistemas de observación adecuados:

- **Observación desde Tierra.** Las estaciones de seguimiento de calidad del aire que realizan medidas de concentración de partículas en superficie (normalmente concentración de partículas con diámetro aerodinámico inferior a 10 micrómetros, PM10) son prácticamente inexistentes y presentan registros muy discontinuos. Los fotómetros solares de la red AERONET que proporcionan espesor óptico de aerosoles son también muy escasos, además de presentar limitaciones intrínsecas (proporcionan datos únicamente de día y con cielo despejado). Los lidar y ceilómetros de última generación que permiten estimar perfiles verticales de concentración de partículas son totalmente inexistentes en la mitad septentrional del continente.

- **Observación desde satélite.** Las imágenes de satélite ordinarias y los productos cuantitativos derivados (índice de aerosoles absorbentes, espesor óptico de aerosoles) son poco eficaces para detectar polvo sobre superficies altamente reflectantes como los desiertos. Además, la información suministrada por satélites está más relacionada con el contenido total de la columna que con la concentración cerca de la superficie (*Prospero et al., 2002*).

Por todo ello, es importante buscar sistemas de observación alternativos que permitan caracterizar mejor las concentraciones de polvo mineral cerca del suelo. Algunos estudios han investigado la relación entre la concentración de polvo en superficie y la visibilidad horizontal suministrada por estaciones meteorológicas *N'Tchayi et al., 1997; Goudie y Middleton, 1992; M. Mahowald et al., 2007*). Estos estudios han demostrado que la visibilidad presenta un ciclo estacional similar al de la concentración de polvo en superficie y que existe una buena correlación entre sus respectivos datos diarios (Mahowald et al., 2007).

En el presente trabajo se han procesado datos tri-horarios de visibilidad y tiempo presente procedentes de un total de 564 estaciones meteorológicas situadas en el Norte de África, Oriente Medio y extremo sur de Europa, con un mínimo de 5000 observaciones disponibles para el periodo de estudio comprendido entre los años 1996 y 2010. Se han considerado los casos en que la visibilidad se ha reducido a menos de 1, 2 y 5 km, descartándose aquellas observaciones en que no se indicaba presencia de polvo, arena o calima genérica. De esta forma se evita considerar las reducciones de visibilidad por hidrometeoros (niebla, neblina, lluvia, etc.) aunque no se filtran completamente los casos asociados a la presencia de otros tipos de aerosol (partículas antropogénicas, productos de combustión de biomasa, etc.). La distribución geográfica del porcentaje anual de observaciones con reducción de visibilidad asociada a polvo coincide con productos elaborados a partir de imágenes de satélite. Además, los porcentajes estacionales presentan oscilaciones similares al ciclo estacional del polvo descrito, por ejemplo, en *Mahowald et al (2007)* y asociado, sobre todo, al movimiento de la zona de convergencia intertropical.

La determinación de las áreas con un ciclo anual similar se ha abordado mediante análisis de conglomerados (método de las *k* medias). El análisis se ha aplicado a los porcentajes mensuales de reducción de visibilidad por polvo respecto al total anual. De esta forma se han identificado cinco patrones claramente diferenciados

- Episodios de polvo durante todo el año, con máximo en primavera y mínimo en verano-otoño (círculos rojos en la figura 1).
- Episodios durante todo el año, con máximo en primavera-verano (círculos púrpura en la figura 1).
- Máximo muy acusado de episodios en verano y práctica ausencia en invierno (círculos celestes en la figura 1).
- Máximo entre diciembre y marzo y ausencia de episodios entre junio y septiembre (círculos verdes en la figura 1).
- Máximo muy acusado en enero y práctica ausencia entre abril y noviembre (círculos azules en la figura 1).

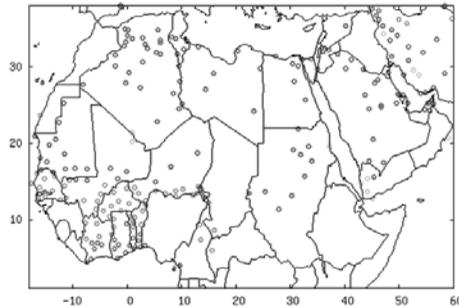


Figura 1. Zonas con distintos patrones de variación estacional de disminución de visibilidad por polvo.

Finalmente, los datos de visibilidad se han correlacionado con medidas de PM10 realizadas en algunas estaciones del Sahel: (Baninzoumbou en Niger, Cinzana en Mali y N'Bour en Senegal) integradas en la red del African Monsoon Multidisciplinary Analysis (AMMA) descrita en *Marticorena et al (2010)*.

REFERENCIAS

- Engelstaedter S., Tegen I., Washington R., (2006). North African dust emissions and transport. *Earth-Sci. Rev.* 79 73–100.
- Goudie, A.S., Middleton, N.J., (1992). The changing frequency of dust storms through time. *Climatic. Change.* 20 (3), 197–225.
- Mahowald, N.M., Ballantine J.A., Feddema J., Ramankutty N., (2007). Global trends in visibility: implications for dust sources. *Atmos. Chem. Phys.* 7 3309–3339.
- Marticorena B., Chatenet B., Rajot J. L., Traor'e S., Coulibaly M., Diallo A., Kon'e I., Maman A., NDiaye T., Zakou A., (2010). Temporal variability of mineral dust concentrations over West Africa: analyses of a pluriannual monitoring from the AMMA Sahelian Dust Transect. *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 8899–8915.
- N'tchayi Mbourou, G.N., Bertrand, J.J., Nicholson, S.E., (1997). The diurnal and seasonal cycles of wind-borne dust over Africa north of the equator. *J. Appl. Meteorol.*, 36 (7), 868–882.
- Prospero, J. M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S. E., and Gill, T. E., (2002). Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product, *Rev. Geophys.*, 40(1), 1–31.