

**XXXIV Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española
(Teruel, 29 febrero – 2 marzo 2016)
ISBN 978-84-617-5240-9**

**Campaña invernal del proyecto TECNAIRE: caracterización
turbulenta y su influencia en las condiciones de la calidad del aire**

C. Yagüe⁽¹⁾, C. Román-Cascón⁽¹⁾, M. Sastre⁽¹⁾, G. Maqueda⁽²⁾, J. A. Arrillaga⁽¹⁾, B. Artíñano⁽³⁾, E. Díaz-Ramiro⁽³⁾, F.J. Gómez-Moreno⁽³⁾, R. Borge⁽⁴⁾, A. Narros⁽⁴⁾, J. Pérez⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Dpto. Geofísica y Meteorología, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España. (carlos@ucm.es)

⁽²⁾ Dpto. Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España

⁽³⁾ Dpto. Medio Ambiente, CIEMAT, Madrid, España

⁽⁴⁾ Dpto. de Ingeniería Química Industrial y Medioambiente, ETSII, Universidad Politécnica de Madrid, España

El Proyecto TECNAIRE (Técnicas innovadoras para la evaluación y mejora de la calidad del aire urbano), financiado por la Comunidad de Madrid, tiene entre sus objetivos el desarrollar nuevas técnicas para caracterizar los niveles de contaminación atmosférica en entornos urbanos y evaluar estrategias para su mejora. Con este propósito, se ha realizado una campaña invernal de medidas en un punto de alta densidad de tráfico como es la *Plaza de Fernández Ladreda*, conocida también como Plaza Elíptica debido a su forma. Ésta se encuentra situada en el sur de Madrid capital, siendo una importante intersección de diferentes calles, incluyendo el comienzo de la Autovía A42, que cruza la plaza mediante un túnel de unos 150 m de longitud. Existen asimismo numerosos pasos de peatones y semáforos.

Además de medidas directas relacionadas con la calidad del aire, durante la campaña se realizaron medidas de diferentes variables meteorológicas (del 16 de febrero al 2 de marzo de 2015) que permitieron caracterizar las condiciones meteorológicas durante esos días. Asimismo, se dispuso de dos anemómetros sónicos para poder realizar una evaluación micrometeorológica de los procesos físicos que tienen lugar en la baja atmósfera urbana.

Dos fueron los puntos elegidos de la plaza para realizar las medidas meteorológicas (Fig. 1). Por un lado se instaló una estación meteorológica portátil en

el lado Norte (Edificio Iberdrola) a una altura de unos 14.5 m sobre el suelo, de la que se calcularon promedios diez-minutales de la velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, presión, precipitación y radiación solar descendente. Por otro lado en la zona sur de la plaza (Intercambiador) de instalaron los dos anemómetros sónicos a 6 y 8 m sobre el suelo que registraron las tres componentes del flujo atmosférico (u , v , w) así como la temperatura del aire a una tasa de muestreo de 20 Hz.



Figura 1. Localización del edificio de Iberdrola (N) y del Intercambiador (SW) en la Plaza Elíptica.

Para caracterizar los parámetros turbulentos en esta capa límite urbana, se evaluaron la energía cinética turbulenta (TKE), la velocidad de fricción (U_*), y el

flujo de calor sensible (H), mediante técnicas de *Eddy-Covariance* (EC).

La campaña se desarrolló bajo la influencia predominante de un sistema de altas presiones situado sobre el Océano Atlántico y el oeste de la Península Ibérica. Los vientos fueron predominantes del NW, con un promedio durante la campaña de 2-3 m s^{-1} y con algunas rachas que excedieron los 10 m s^{-1} (Fig. 2)

El ciclo diario queda claramente representado por el flujo turbulento de calor sensible (H), con valores que oscilan de positivos durante el día a negativos durante las noches estables, alcanzando valores máximos de alrededor de 300 W m^{-2} .

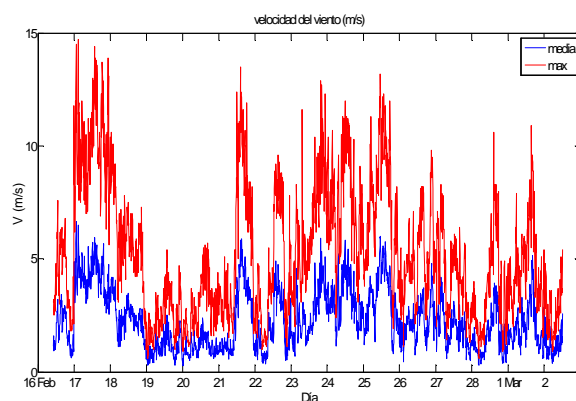


Figura 2. Velocidad del viento media (azul) y rachas máximas (rojo) durante la campaña invernal, medidos en el edificio de Iberdrola (N).

Por lo que respecta a los valores de la energía cinética turbulenta y a la velocidad de fricción, estos parámetros presentan evoluciones muy similares. Los valores máximos, alcanzados generalmente de modo simultáneo, por U^* son cercanos a 1 m s^{-1} mientras que la TKE alcanza máximos de 4-5 m^2s^{-2} . Estos máximos son alcanzados durante el día, mientras que por la noche, en condiciones de estabilidad se alcanzan los valores mínimos (por debajo de 0.3 m s^{-1} para la velocidad de fricción y de 1 m^2s^{-2} para la TKE). En general los valores de los parámetros turbulentos calculados son mayores que los encontrados en zonas rurales para situaciones sinópticas similares, lo que indica que las modificaciones de la PBL en zonas urbanas parecen fomentar el grado de turbulencia, tanto de origen térmico como mecánico.

Algunos autores [1] han analizado cómo la disminución del viento contribuye a una mayor concentración de contaminantes y partículas en varias ciudades europeas. La influencia de la turbulencia, en parte debida a las características del viento, es también determinante en los niveles de contaminación del aire. En este contexto, la relación encontrada entre la velocidad de fricción y las

concentraciones de NO_x muestran la importancia de la turbulencia, obteniéndose picos de NO_x para velocidades de fricción por debajo de 0.1 m s^{-1} (19 y 20 de febrero). La relación entre la turbulencia y las concentraciones de material particulado (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y PM_1) será también analizada.

REFERENCIAS

[1] Kassomenos, P.A., Vardoulakis, S., Chaloulakou A., Paschalidou, A.K., Grivas, G., Borge, R., Lumbreras, J. (2014): Study of PM_{10} and $\text{PM}_{2.5}$ levels in three European cities: Analysis of intra and inter urban variations, *Atmos. Environ.*, 87, 153-163.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado mediante el Proyecto TECNIAIRE-CM (S2013/MAE-2972), gracias a la Dirección General de Universidades e investigación de la Comunidad de Madrid. Ángeles Cristobal, Ana Rosa Llorente y Carlos Rubio, del Ayuntamiento de Madrid contribuyeron a hacer posible la campaña experimental.