

# Medidas del transporte de nieve por el viento en el Pirineo oriental catalán

## *Snowdrift measurements in the Catalan eastern Pyrenees*

M. Mases (\*), H. Martinez (\*), J.M. Vilaplana (\*\*) y D. Font (\*\*)

(\*) Division Nivologie du Cemagref de Grenoble - B. P. 76. 38402. Saint Martin d'Hères. France.

(\*\*) Dpt. de Geologia Dinàmica, Geofísica y Paleontologia de la Universitat de Barcelona - Facultat de Geologia. Zona Universitaria de Pedralbes. 08028. Barcelona. España

### ABSTRACT

*During three winter seasons an experimental plot was monitored in order to study the snow wind transport. This plot is located in La Molina ski resort (Eastern Pyrenees). This transport is studied using the laws of fluid mechanics and the boundary layer theory. The experimental concentration profiles are compared with the theoretical ones.*

**Key words:** *snow, wind, blowing snow, experimental measurements, concentration profiles.*

*Geogaceta, 20 (5) (1996), 1107-1108*

*ISSN:0213683X*

### La parcela experimental

La parcela experimental está situada en el sector de Torrent Negre en la estación de esquí de La Molina, hecho que nos permite un fácil acceso a los captosres. Se trata de una zona elevada, a 2400 m, sin irregularidades topográficas importantes que alteren localmente la dirección del viento. Los valores de espesor acumulado de nieve, en esta zona, pueden llegar hasta 300 cm en la cota 2050. Durante todo el invierno existen importantes episodios de viento, provenientes generalmente del N-NW, que pueden llegar a tener intensidades de hasta 190 Km/h.

En la parcela experimental existen dos zonas muy bien diferenciadas : una al N,

muy expuesta a la acción del viento y por tanto a la deflación, y otra a sotavento de los vientos que provienen de las direcciones N y NW, en la que se producen importantes acumulaciones de nieve. En la primera zona se han ubicado los captosres que tienen como fin recoger el flujo de nieve transportada ("cajas prismáticas" y los "filtros de nylon") (Mases & Vilaplana, 1994) así como un anemógrafo de registro continuo que mide la intensidad y dirección del viento cada dos minutos. En la zona de acumulación se han instalado una serie de pértigas que nos permiten conocer la evolución del espesor de nieve de esta acumulación durante toda la temporada invernal (Fig. 1).

### Los captosres de flujo de nieve, "cajas prismáticas"

pantallas interiores también de fibra de vidrio que reducen la velocidad del viento en su interior. A diferencia de las cajas utilizadas por la Division Nivologie del CEMAGREF de Grenoble (Francia), estos captosres cuentan con unos encajes que les impiden desplazarse lateralmente cuando están apilados. Su misión es recoger una parte proporcional de la nieve que se desplaza en una determinada sección de ancho unitario.

El viento cargado de nieve entra por el orificio frontal y en el interior del recipiente choca con las pantallas que provocan una disminución de la velocidad y por lo tanto

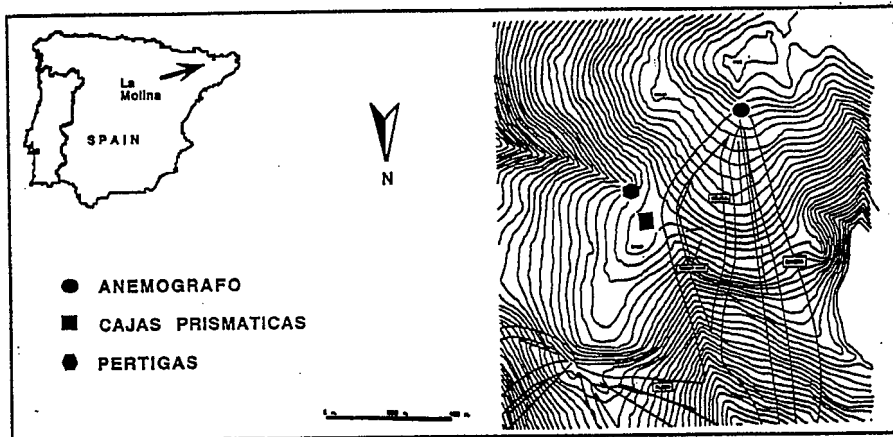


Fig. 1.- Situación de los captosres en la parcela experimental de Torrent Negre.

Fig. 1.- Geographical situation of study area.

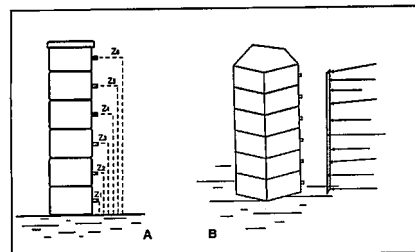


Fig. 2.- Esquema de las cajas prismáticas. A: se presentan las diferentes alturas a las que se encuentran situadas los orificios de entrada de la nieve; en total la columna de cajas mide 1,5 m de altura. B: a partir de la masa recogida en las cajas se calcula la distribución vertical de flujo de nieve.

Fig. 2.- Scheme of snow flux through the prismatic boxes.

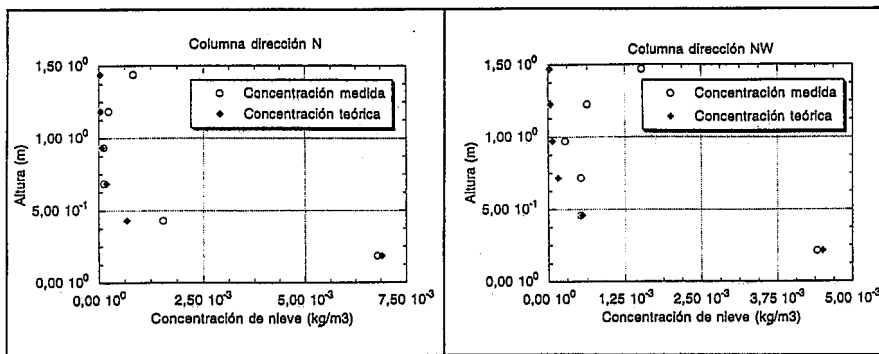


Fig. 3. Comparación entre los perfiles de concentración de nieve obtenidos in-situ y los previstos por la teoría, para las dos configuraciones de cajas prismáticas (N y NW).

Fig. 3. Comparison between the experimental and theoretical concentration profiles.

de su energía cinética y de su capacidad de transporte, depositando las partículas de nieve en su interior. El viento sin nieve se evacua por el orificio posterior.

Las cajas prismáticas son captosres fijos, es decir están permanentemente instalados siempre en el mismo sitio, y su finalidad es recoger una muestra proporcional de la nieve que transporta el viento en un episodio entero. En el caso de La Molina se han instalado dos columnas, una que mira a dirección N y la otra a NW, con 6 cajas apiladas cada una, y seis orificios en total de alturas  $Z_i$ .

**Cálculo del flujo de nieve y de los perfiles de concentración**

A partir de un análisis teórico basado en las leyes que rigen la Mecánica de Fluidos, y en el caso de un flujo de aire conteniendo partículas de nieve descrito por una capa límite rugosa, la distribución vertical de concentraciones de nieve puede obtenerse a partir de la siguiente ecuación :

$$C(Z) = C_i \left( \frac{Z}{Z_i} \right)^{-\frac{W_f}{0,41U^*}} \quad [Kg/m^3] \quad (1)$$

que indica que la concentración de nieve decrece según una ley de potencia de la altura Z en función del valor de la velocidad de cada libre de las partículas de nieve  $W_f$  y del valor de la velocidad de frota-

miento del viento  $U^*$  (Fellers; Mellor, 1986 y Castelle, 1995).

El valor de la concentración de saturación es considerado igual al correspondiente para la altura  $Z_i$  ( $C_i$ ). Esta distribución teórica ha sido verificada experimentalmente en un túnel de viento bifásico, de la misma manera que la influencia de los dos parámetros  $W_f$  y  $U^*$  (Fellers; Mellor, 1986 y Castelle, 1995) [Martínez, 1996].

A partir de la masa de nieve  $m_i$  almacenada en cada una de las seis cajas prismáticas (a diferentes alturas  $Z_i$ ), el flujo de nieve se calcula como la masa de partículas que atraviesa la unidad de sección S (orificio de las cajas) en la unidad de tiempo t (duración del episodio de transporte) :

$$\phi_i = \frac{m_i}{St} \quad [Kg/m^2 s] \quad (2)$$

La concentración de nieve  $C_i$  a diferentes alturas puede entonces obtenerse según :

$$C_i = \frac{\phi_i}{U_i} \quad [Kg/m^3] \quad (3)$$

donde  $U_i$  representa la velocidad del viento U a la altura  $Z_i$ , y que se calcula utilizando la siguiente distribución logarítmica que permite relacionar la velocidad u con  $U^*$  y con la rugosidad de la superficie  $Z_0$  :

$$U(Z) = \frac{U^*}{0,41} \ln \left( \frac{Z}{Z_0} \right) \quad [m/s] \quad (4)$$

ó la ecuación (4) es válida para  $Z > Z_0$  y en condiciones de neutralidad térmica.

Utilizando las ecuaciones (1) y (3) se realiza una comparación entre los perfiles de concentración teórica y medida, respectivamente (Fig. 3). En nuestro caso los valores utilizados son:  $W_f = 0,4$  m/s;  $U^*$  (Fellers; Mellor, 1986 y Castelle, 1995) = 0,35 m/s;  $Z_0 = 0,001$  m.

**Conclusión**

Los perfiles de concentración medidos son del mismo orden de magnitud que los previstos por la Mecánica de Fluidos y siguen bien la distribución teórica (1), salvo en la parte superior (a partir de 1,2 m) donde se observa que el valor de la concentración medida excede al valor teórico, debido probablemente a la presencia de una zona de recirculación en barlovento (efecto de obstáculo generado por la columna de captosres).

**Agradecimientos**

Trabajo realizado en el marco de los proyectos AMB-0837 de la CICYT, y CHRX-93-0307 de la U.E. Agradecemos a la estación de la Molina la colaboración prestada.

**Referencias**

Castelle, T. (1995). *Tesis de doctorado*. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza, 225 p.  
 Fellers, G. ; Mellor, M. (1986). *Cold Regions Research and Engineering Laboratory (CRREL)*, Special Report, 16 p.  
 Martínez, H. (1996). *Tesis de doctorado*. Universidad Joseph Fourier (Grenoble 1), Francia. 204 p.  
 Mases, M. ; Vilaplana J.M. (1994). *Geomorfología en España*. J. Arnáez; J.M. García Ruiz; A. Gómez Villar, Edr. Sociedad Española de Geomorfología. Logroño.