

# RELIEVE Y RACHAS EXCEPCIONALES DE VIENTO EN EL MACIZO DE TRES MARES (CANTABRIA)

Alfonso ALLENDE\*, Virginia CARRACEDO\*\*, J.Carlos G.CODRON\*\*,  
Susana PACHECO\*\*, Domingo RASILLA\*\*

\* Estación de Esquí-Montaña Alto Campoo, CANTUR

\*\* GIMENA- Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio,  
Universidad de Cantabria

## RESUMEN

Se presentan los datos de viento registrados en Alto Campoo (Cantabria) a lo largo del invierno 2004-05. En este lugar, la peculiar disposición del relieve en un área de triple divisoria favorece la aparición de turbulencias y de fuertes rachas de viento que, durante los temporales, pueden alcanzar velocidades excepcionales. A lo largo de los cuatro meses considerados las rachas superaron los 120,0 km/h ocho días distintos, llegándose a registrar una velocidad máxima de 218,9 km/h el día 26 de enero.

Palabras clave: Clima de montaña, temporal, viento, racha, turbulencia, Tres Mares, Cantabria

## ABSTRACT

We present information on the wind registered in Alto Campoo (Cantabrian range, Spain) throughout the winter 2004-05. In this place, the peculiar disposition of the relief coinciding with a triple watershed makes possible the appearance of turbulences and strong gusts of wind that, during the windstorms, can reach exceptional speeds. Throughout four considered months the gusts overcame 120.0 km/h eight different days, going so far as to register a maximum speed of 218.9 km/h (136 mph) on January 26th.

Key words: Mountain climate, windstorm, wind, gust, turbulence, Tres Mares, Cantabrian range, Cantabria, Spain

## 1. INTRODUCCIÓN

El Macizo Peña Labra–Tres Mares situado en el extremo occidental de la montaña cantabro-palentina se constituye como una triple divisoria hidrográfica entre las cuencas cantábrica, atlántica y mediterránea, representadas por los ríos Saja-Nansa, Pisuerga e Híjar-Ebro respectivamente. Esta situación de parapeto convierte al macizo en una frontera climática neta (RASILLA, 1999) y, en consecuencia, en una valiosa zona de ecotono entre los ambientes oceánicos, oceánicos de transición y continentales de tipo mediterráneo, lo que ha justificado su inclusión en la red Natura 2000 con la doble designación de LIC y ZEPA.

Situado en el centro de la Divisoria Cantábrica, el macizo aparece claramente individualizado entre el resto de las montañas de su entorno. A pesar de la moderación de sus altitudes (Tres

Mares: 2171 m) sus desniveles son muy bruscos y las áreas culminantes presentan condiciones climáticas variables y muy duras debido a sus bajas temperaturas y a la fuerte exposición al viento.

Si se exceptúa una serie, desgraciadamente discontinua y muy breve, obtenida por el INM en la estación invernal de Brañavieja a 1630 m de altitud, no han existido datos climáticos explotables sobre el macizo hasta el otoño de 2004. En esta fecha, el Grupo de Investigación del Medio Natural, GIMENA, de la Universidad de Cantabria y la Estación de Esquí-Montaña Alto Campoo equiparon el área con cuatro estaciones meteorológicas completas y varios *dataloggers* de humedad y temperatura que, con un intervalo de 30 minutos, proporcionan información para distintos puntos del Macizo de Tres Mares. Estos datos se complementan con otros que el mismo grupo GIMENA está obteniendo en otra decena de puntos de la periferia del macizo, así como con los datos del INM y con los que proporcionan las estaciones de la “Red de control y vigilancia de la calidad del aire” del Centro de Investigación del Medio Ambiente de Cantabria (CIMA) y que, utilizados conjuntamente, tienen por objetivo hacer posible una caracterización climática detallada de esta interesante zona de la montaña cantábrica.

En la presente comunicación se comentan algunos valores excepcionales de viento registrados en las estaciones reseñadas en la tabla 1 durante el invierno 2004-05, probablemente el más duro en cerca de medio siglo tanto por la extraordinaria abundancia en nieve como por la sucesión de fuertes temporales. Las dos primeras estaciones, El Chivo y Brañavieja, están situadas en la cabecera del Hajar, en Alto Campoo, (vertiente oriental del Tres Mares) y las dos siguientes en poblaciones situadas a una veintena de kilómetros hacia el E (Reinosa) y hacia el N (Los Tojos). Por fin, y a efectos comparativos, se ha recurrido también a los datos y sondeos de los observatorios de Santander y de Santander-Parayas del INM.

Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Marca instrumento medida viento
El Chivo	43°02'31''N	43°23'16''W	1850 m	Davis Instruments, Vantage-Pro
Brañavieja	43°02'05''N	4°21'18''W	1630 m	Davis Instruments, Vantage-Pro
Reinosa	43°04'03''N	4°08'08''W	850 m	MET ONE INSTR. 591/590
Los Tojos	43°09'12''N	4°15'11''W	650 m	MET ONE INSTR. 591/590

Tabla 1: ESTACIONES UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO DEL VIENTO

El instrumental utilizado ha podido ser controlado y mantenido adecuadamente gracias a su localización en las instalaciones de la Estación Invernal (figura 1). Pese a ello las series contienen algunas lagunas de breve duración, causadas por problemas técnicos, que no impiden su explotación.

De acuerdo con la información suministrada por el fabricante, el anemómetro ha sido probado en tubo de viento y permite registrar velocidades de 0 a 150 mph (274 km/h). Del mismo modo, se ofrece una certificación del *National Institute of Standards and Technology* (NIST) de los EEUU que garantiza una precisión de  $\pm 5\%$  hasta una velocidad de 75 mph (véase <http://www.davisnet.com/weather/products/vantage.asp>). Sin embargo, al no disponer de calefacción, no se puede descartar que los sensores se vean afectados por la cencellada (lo que no parece ser el caso de las situaciones descritas en este documento).



Fig. 1: Aparatos registradores de la estación de Brañavieja.

## 2. LAS OBSERVACIONES

El análisis de los datos permite observar importantes diferencias en la velocidad del viento que, de forma recurrente, alcanza sus valores máximos en las estaciones situadas a mayor altitud en la zona de estudio. Así, mientras que las velocidades medias del viento a lo largo de todo el periodo considerado han sido 6,8 km/h en Reinosa y 7,7 km/h en Los Tojos, en El Chivo y Brañavieja eran 14,8 y 18,4 km/h respectivamente. Esta tendencia al aumento de la velocidad media del viento es independiente de la dirección de los flujos sinópticos aunque es más acusada durante los temporales más fuertes que, en general, corresponden a vientos del cuarto cuadrante o del Sur.

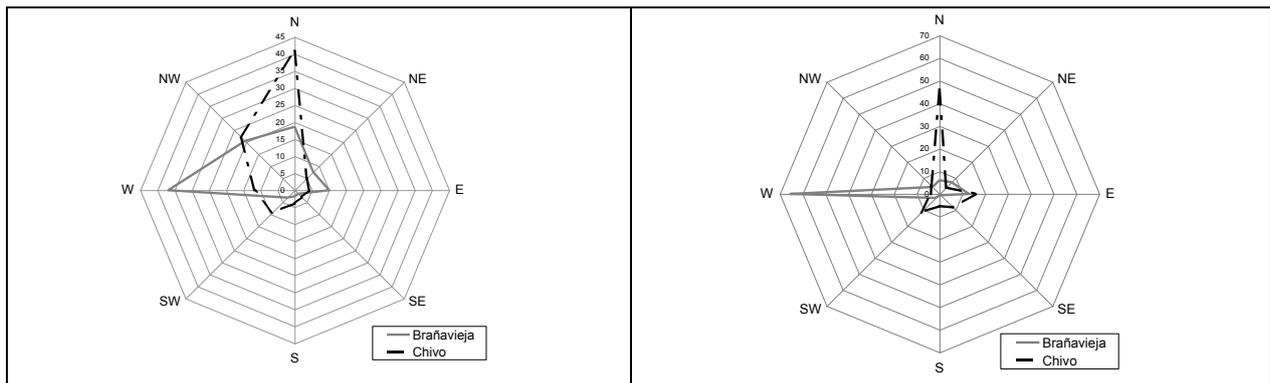


Fig. 2: Direcciones del viento medio registrado Brañavieja y El Chivo durante el invierno de 2004-05 (izquierda) y direcciones de las rachas  $>60$  km/h durante el mismo periodo (derecha) (ambas en %).

Un segundo hecho destacado es que mientras que las direcciones de los vientos que se observan en Reinosa, Los Tojos o Santander reflejan perfectamente las de los flujos

sinópticos, las de los que se registran en las estaciones situadas en Alto Campoo presentan diferencias muy acusadas respecto a los mismos.

Por otro lado, los registros de viento de El Chivo y Brañavieja, presentan diferencias muy importantes a pesar de que la distancia entre ambas no supera los 3 km y la cota 180 m. De este modo, mientras que en la primera dominan los vientos del N, en Brañavieja lo hacen los del W. Además, el protagonismo de estas direcciones dominantes aumenta a medida que lo hace la velocidad del viento hasta convertirse en casi exclusivas en el caso de las rachas con velocidad superior a 60 km/h (figura 2).

Las diferencias observadas no pueden explicarse satisfactoriamente más que en relación con el influjo ejercido por el relieve sobre los vientos y al efecto de canalización que sufren éstos en la cabecera del valle de Campoo. Cuando los flujos atemporales del cuarto cuadrante o del Sur se enfrentan con este sector de la cordillera, el viento se ve obligado a ascender para superar el relieve y parte de él, desviado por la doble divisoria, abandona su trayectoria más o menos meridiana adoptando la dirección E-W del valle. Las diferencias de dirección entre ambas estaciones se explican por sus localizaciones precisas: mientras El Chivo, que registra vientos dominantes del N, se localiza en la vertiente norte al pie de un collado, Brañavieja, con vientos mayoritariamente del O, domina un resalte topográfico situado en contrapendiente en el eje mismo del valle de Campoo (figura 3).

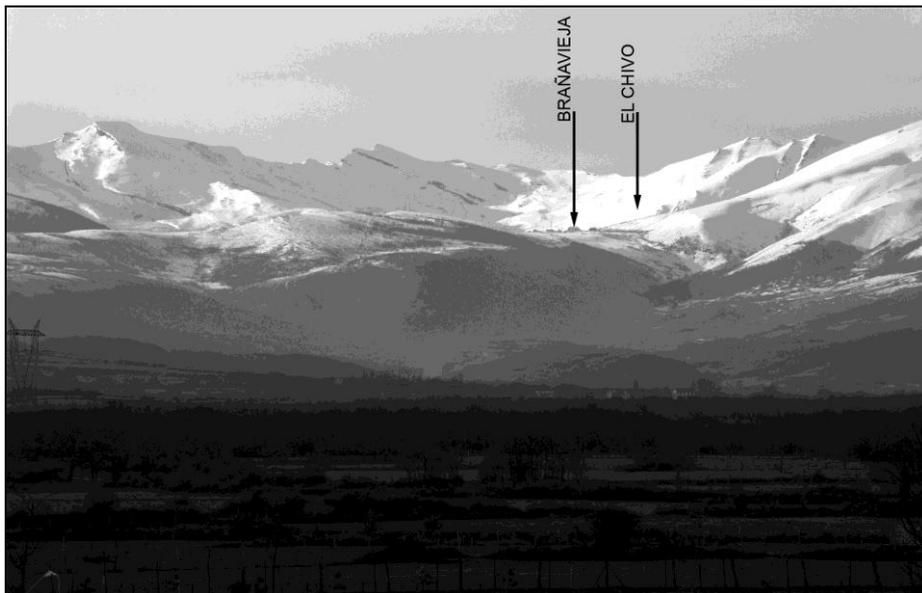


Fig. 3: Área de Alto Campoo con la Divisoria Cantábrica a la derecha, la Sierra de Hajar a la izquierda y el Pico Tres Mares, en el punto de convergencia de ambas, en el centro de la foto. La estación de Brañavieja se localiza sobre un resalte topográfico mientras que la de El Chivo se encuentra a tres kilómetros de distancia en la cabecera del valle. La foto ha sido tomada desde las proximidades de Reinosa “mirando” casi exactamente hacia el oeste.

El área de Alto Campoo destaca por la intensidad y el carácter imprevisible de sus rachas de viento. Estas son bien conocidas por los pastores y deportistas que frecuentan la zona y son responsables cada año de un buen número de incidentes e incluso, en ocasiones, de accidentes mortales. El último accidente de este tipo se produjo el 7 de diciembre de 2000 cuando un vehículo todo terreno en el que se encontraban cinco operarios de la estación de esquí fue

arrastrado por una racha de viento Sur y se precipitó por un desnivel de cerca de 300 metros falleciendo tres personas. No obstante, a pesar de su importancia, hasta el momento no se disponía de datos que permitieran su análisis o que hicieran posible la comparación con estaciones vecinas.

El análisis de los datos obtenidos demuestra que aunque las rachas más intensas tiendan a presentar siempre las mismas direcciones localmente (figura 2), la posibilidad de su aparición es prácticamente independiente de la del viento sinóptico. No obstante, los flujos del N al WNW han sido los responsables de las rachas más importantes en Brañavieja a lo largo del invierno 2004-05, mientras que los del W o del S lo han sido en El Chivo (figura 4).

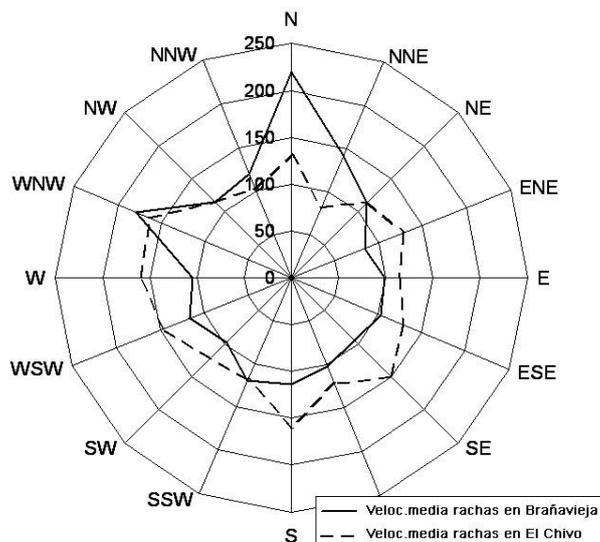


Fig. 4: Velocidad de las rachas más intensas registradas en Brañavieja y en El Chivo (en km/h) dependiendo de la dirección dominante del viento en el mismo momento (tomando como referencia la estación de Los Tojos).

A lo largo del periodo considerado (1-12-2004 a 31-03-2005) la serie de Brañavieja contiene nueve registros treintaminutarios con rachas superiores a 120 km/h repartidos en 5 días diferentes. En la de El Chivo esa velocidad aparece superada en 22 registros a lo largo de cuatro días (destacando el 21 de marzo que registró esos valores en 14 periodos de treinta minutos). No obstante, pese a la proximidad de ambas estaciones, las fechas de estas rachas máximas así como sus direcciones respectivas son distintas en una y otra hecho que no puede explicarse más que en relación con el efecto de la topografía. Así, mientras que en Brañavieja tuvieron siempre direcciones comprendidas entre el WNW y el E y se produjeron durante temporales dominados por situaciones sinópticas del Norte, en El Chivo, con una única excepción, correspondieron a vientos originadas por temporales del Oeste o del Sur pero que, desviados por la orografía, adquirieron localmente direcciones del NE al SSE.

Un último hecho que llama poderosamente la atención es la aparente desproporción observada, para los intervalos considerados (30 minutos), entre la fuerza de algunas de las rachas máximas y la velocidad media del viento, tanto en las estaciones situadas en Alto Campoo como en las del resto de la región. En este sentido destaca que aunque algunas de las rachas más importantes se producen en un contexto de fuertes vientos generalizados y

prolongados en toda la provincia (temporal del 21 al 26 de marzo de 2005), otras se producen de manera más aislada y su intensidad parece responder a fenómenos estrictamente locales (tabla 2).

Fecha	Racha máx en Brañavieja	Vel. media horaria en Brañavieja	Racha máx en El Chivo	Vel. media horaria en El Chivo	Dirección (LosTojos) - Situación
26-01-2005	218,9 (23.00 h.)	46,7	46,7	6,4	N (inversión entre 2448 y 2539 m)
27-12-2004	178,6 (0.30 h.)	27,4	56,3	19,3	WNW (inversión entre 2230 y 2330 m)
21-03-2005	s.d.	s.d.	162,5 (15.30 h.)	59,5	ESE
25-03-2005	96,6	32,2	159,3 (16.00 h.)	53,1	W
26-03-2005	120,7	49,9	136,8 (6.30-7.30 h.)	56,3	SSW
13-02-2005	132,0 (21.30 h.)	51,5	83,7	38,6	WNW (inversión entre 2264 y 2122 m)
23-03-2005	s.d.	s.d.	122,3 (12.30 h.)	46,7	ESE
18-01-2005	120,7 (19.30 h.)	49,9	90,1	32,2	WNW (inversión entre 1560 y 1658 m)

Tabla 2: REGISTROS DE LOS MOMENTOS EN QUE SE PRODUJERON LAS RACHAS MÁS FUERTES DEL PERIODO CONSIDERADO.

### 3. EL TEMPORAL DEL 26 DE ENERO

Las rachas de viento más fuertes se han registrado en Brañavieja el día 26 de enero de 2005 y han coincidido con el peor temporal del invierno en la zona (figura 5). Durante esos días la llegada de una masa de aire húmedo y muy frío y los fuertes vientos ocasionaron importantes problemas en toda Cantabria: se produjeron nevadas, desde el nivel del mar, que provocaron el corte de la mayor parte de la red viaria y del servicio ferroviario, quedando por ello numerosos viajeros atrapados en un tren, también se registraron interrupciones en el suministro eléctrico y se produjeron, en general, múltiples daños (ANILLO y GUTIÉRREZ, 2006, en este mismo volumen).

La información disponible para este episodio en Alto Campoo es limitada ya que la zona quedó incomunicada durante varios días e incluso dos de las estaciones completas (sin datos de viento) del área tuvieron problemas y quedaron inutilizadas: la situada en Tres Mares y la situada en el Puerto de Piedrasluengas, próxima al área de estudio, que quedó cubierta por un nevero de varios metros de espesor y no fue posible recuperarla hasta dos meses más tarde. A

pesar de esto, El Chivo y Brañavieja, los observatorios que se han utilizado para este estudio, funcionaron correctamente y nos han proporcionado series explotables.

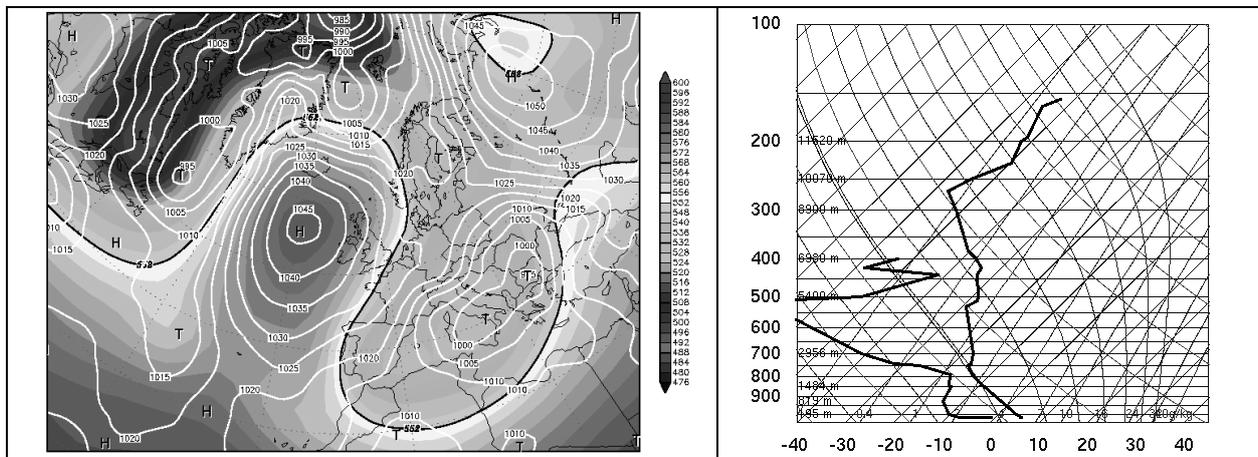


Fig. 5: Situación sinóptica (nivel del suelo y geopotencial 500 hPa) y sondeo de Santander correspondientes a las 00 horas del 27 de enero. Fuentes: Reanalysis-NCEP ([www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)) y Universidad de Wyoming ([www.westwind.ch/w\\_0sow.php](http://www.westwind.ch/w_0sow.php)).

El episodio considerado, que se inició el 25 de enero y se prolongó durante varios días, produjo vientos fuertes y continuos en toda la región. Al nivel del suelo éstos alcanzaron una velocidad media de 50,2 km/h en el observatorio de Santander, situado en la misma línea de costa y fueron disminuyendo hacia el interior como consecuencia de la rugosidad del terreno (Los Tojos: 15,6 km/h, Reinosá: 22,3 km/h). En Alto Campoo las velocidades medias fueron de 15,6 km/h en El Chivo y de 30,7 km/h en Brañavieja, valores comparables a los de las estaciones situadas en cotas más bajas y que resultan relativamente habituales en el área.

Sin embargo, el comportamiento de las rachas de viento fue diferente ya que pese a que no resultaron particularmente fuertes en la costa (ráfaga máxima en Santander-Parayas: 68,3 km/h), alcanzaron en Brañavieja valores verdaderamente excepcionales. En este lugar la fuerza de las rachas empezó a aumentar a partir del mediodía registrándose valores de

- 109,2 km/h a las 17.30 h.;
- 122,3 km/h a las 18.30 h.;
- 141,6 km/h a las 21.00 h.;
- 181,9 km/h a las 22.30 h. y, por fin,
- 218,9 km/h entre las 23 y las 23.30 horas.

Con posterioridad a este momento la intensidad disminuyó rápidamente hasta quedar los vientos más fuertes por debajo de los 90 km/h a partir de las 7 horas del día 27 (figura 6). En resumen, de las 16 horas que median entre las 15.00 del día 26 y las 7.00 del 27, las rachas más fuertes de viento superaron los 90 km/h durante 11 horas (todos los datos aparecen registrados en periodos de 30 minutos).

Tal como suele ocurrir durante los temporales del Norte, la estación de El Chivo quedó relativamente resguardada por lo que no registró vientos especialmente violentos, siendo la

racha más fuerte de tan sólo 59,5 km/h. Se observa incluso que la velocidad media del viento en esta estación, durante el temporal, tiende a disminuir a medida que aumenta en Brañavieja, mostrando ambas estaciones comportamientos relativamente contrapuestos (figura 6).

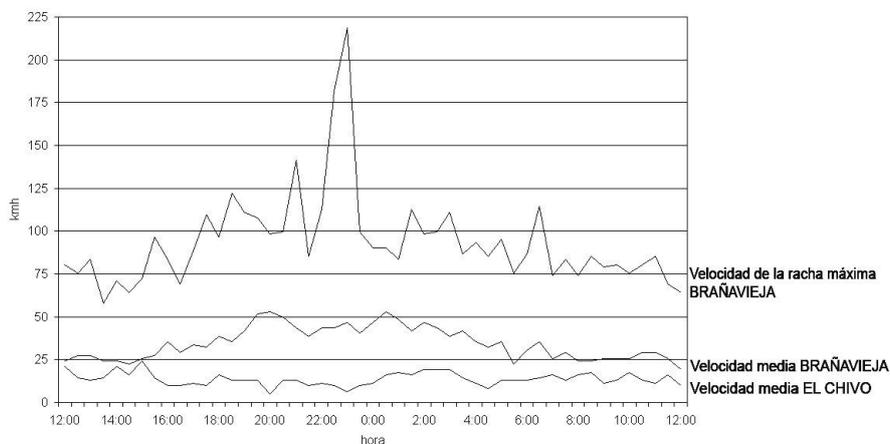


Fig.6: Velocidad de las rachas máximas en Brañavieja y de la velocidad media del viento en Brañavieja y El Chivo en km/h entre las 12.00 del día 26 y las 12.00 del 27 de enero de 2005. Como se puede observar, mientras que las velocidades fueron aumentando en Brañavieja a medida que se intensificaba el temporal, en El Chivo la tendencia fue la opuesta registrándose las velocidades medias más bajas en el momento culminante del mismo.

#### 4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los datos registrados deben relacionarse con el efecto de la topografía local: si el Macizo de Tres Mares parece particularmente expuesto al viento como consecuencia de su disposición, las diferencias de comportamiento del mismo en las dos estaciones y la fuerza que alcanzan las rachas máximas no pueden entenderse sin tener en cuenta el papel del relieve no sólo a escala comarcal (efectos de canalización, figura 2) sino también a escala local. El emplazamiento de la estación de Brañavieja coincide con un resalte topográfico dispuesto a través del valle y que separa dos ambientes muy distintos: la zona de cabecera, un circo glaciar con fuertes desniveles pero amplio fondo suave hacia el Oeste, y el valle del Híjar propiamente dicho, que se va ensanchando regularmente hacia el Este, totalmente abierto al paso del viento (figura 3).

El resalte topográfico en el que se localiza la estación de Brañavieja reduce localmente la sección vertical del valle y acelera el flujo de los vientos que, desviados por la topografía, lo remontan procedentes del Este. Hay que destacar que las rachas más fuertes registradas en Brañavieja coinciden, en general, con situaciones sinópticas del Norte o del cuarto cuadrante muy inestables pero con presencia de inversiones térmicas situadas a alturas próximas a las de las cumbres. Probablemente esto dificulta el ascenso del viento a lo largo del tramo superior del valle y favorece su carácter racheado y turbulento (figura 7).

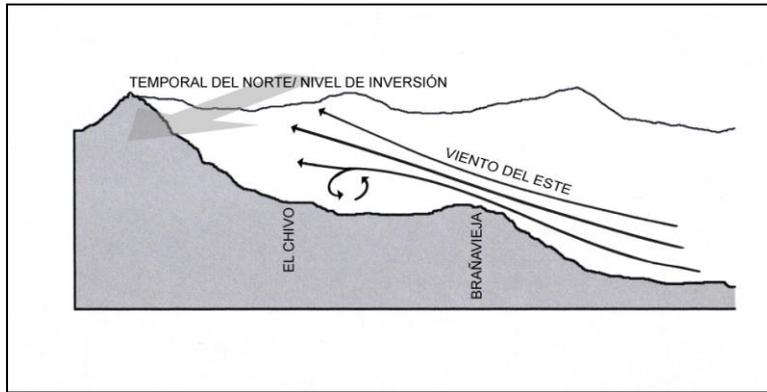


Fig. 7: Sección del área de Alto Campoo con la localización de las estaciones y las direcciones del viento registradas durante el temporal del 26 de enero de 2005.

Al mismo tiempo, la contrapendiente que existe aguas arriba de este emplazamiento y la topografía en circo de Alto Campoo permiten la presencia de un área de sombra relativamente resguardada donde los vientos que remontan el valle del Hajar pierden intensidad (lo que explica los valores más bajos de la estación de El Chivo) y, bajo determinadas condiciones de dirección y velocidad, provocan la aparición de turbulencias que se reflejan en bruscos cambios de dirección del viento.

De hecho, gran parte de las rachas que se han registrado en El Chivo y Brañavieja a lo largo de todo el invierno han tenido direcciones distintas a las del viento dominante, siendo incluso opuestas a éste, y no guardando relación entre ambas estaciones. La única explicación que encontramos posible a éste hecho, que parece particularmente acusado durante los episodios de vientos más intensos, es la aparición de turbulencias o torbellinos muy localizados en el tiempo y en el espacio (figura 8).

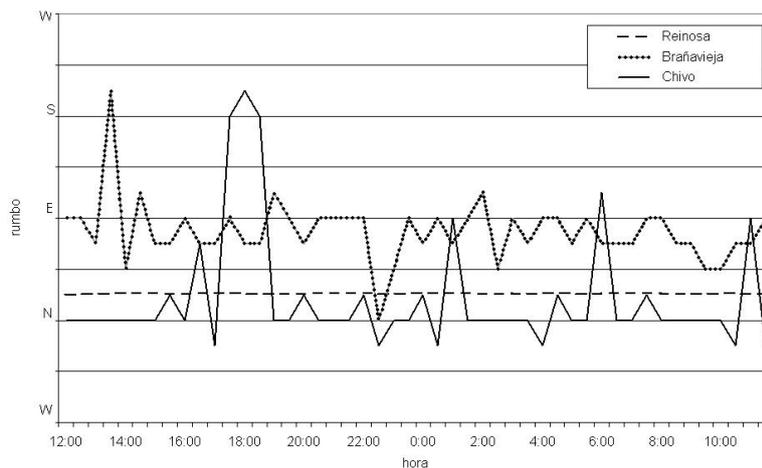


Fig. 8: Dirección del viento en Reinosa y de las rachas en Brañavieja y El Chivo entre las 12.00 del día 26 y las 12.00 del 27 de enero de 2005. Obsérvese que a pesar de que la dirección del viento dominante fue prácticamente constante (curva de Reinosa), en las estaciones de Alto Campoo se produjeron cambios muy importantes y frecuentes a lo largo de todo el episodio.

## 5. CONCLUSIÓN

Pese a referirse a un solo invierno, los datos registrados parecen avalar la opinión generalizada de que este sector de la Cordillera Cantábrica está expuesta a vientos de una extrema violencia. Su frecuente coincidencia con episodios de niebla y de temperaturas comprendidas entre -10 y -15°C junto a la abundancia de precipitaciones y los constantes y rapidísimos cambios de tiempo propios de la alta montaña oceánica, explican la dureza de este tipo de entornos e ilustran las dificultades que encuentran en ellos cualquier asentamiento o uso del territorio a partir de unas cotas que, comparadas con las de otras montañas peninsulares, parecen relativamente modestas.

Por otra parte, las interacciones que se producen con el relieve a escala regional y las constantes turbulencias a escala local, ponen de manifiesto la complejidad del sistema de vientos en alta montaña y la insuficiencia de los datos disponibles hasta este momento para la correcta comprensión de uno de los parámetros más significativos del clima de estas áreas. Así mismo, la coincidencia de las mayores rachas con situaciones sinópticas precisas proporciona valiosas pistas de investigación sobre este fenómeno en la Montaña Cantábrica.

## 6. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido posible gracias al marco de colaboración establecido entre el Grupo GIMENA de la Universidad de Cantabria y la Estación de Esquí-Montaña Alto Campoo, CANTUR, que ha permitido instalar y mantener las estaciones meteorológicas localizadas en Alto Campoo. Asimismo, se agradece la colaboración del Centro de Investigación del Medio Ambiente de Cantabria (CIMA), dependiente de la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria, por la cesión de los datos de la “Red de control y vigilancia de la calidad del aire” (estaciones de Los Tojos y Reinosa).

## 7. REFERENCIAS

- ANILLO MEDEL, C.; GUTIÉRREZ LÓPEZ, L. (2006). *Temporales de nieve en Cantabria (2004-2005): estudio de la repercusión social a través de la prensa*. Original aceptado en el V Congreso de la A.E.C.
- BARRY, Roger Graham (1981). *Mountain weather and climate*. London and New York, Methuen & Co.
- OKE, T. R. (1978). *Boundary layer climates*. London, Methuen & Co., 372 p.
- RASILLA, Domingo Fernando (1999). *Viento del sur y efecto Föhn en la Cordillera Cantábrica*, Madrid, Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento.
- RASILLA ÁLVAREZ, D.F.; GARCÍA CODRON, J.C.; GARMENDIA PEDRAJA, C. (2002). Los temporales de viento: propuesta metodológica para el análisis de un fenómeno infravalorado. En Cuadrat, J.M.; Vicente, S.M.; Saz, M.A. eds.: *La información climática como herramienta de gestión ambiental*. VII Reunión Nacional de Climatología, Albarracín (Teruel), Universidad de Zaragoza, pp. 129-136.
- WHITEMAN, C. David (2000). *Mountain meteorology. Fundamentals and applications*. New York and Oxford, Oxford University Press.