

Una aproximación a la caracterización climática de un sector de la montaña central cantábrica

A rapprochement to the climatic characterization of a sector in cantabrian central mountain

Fernando Allende Álvarez*

INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende realizar una aproximación a la caracterización climática de un sector incluido en las montañas cantábricas centrales¹ utilizando como variables básicas los registros térmicos, pluviométricos y de espesor nival que se combinan con las derivadas de los cálculos realizados con sistemas de información geográfica: altitud, latitud, longitud, orientación, pendiente o distancia a la divisoria de aguas y al mar. Se partió de estudios previos de carácter zonal (Mounier, 1979; García Fernández, 1986; Fernández García, 1985), peninsular (Capel Molina, 2000) y de los orientados a buscar metodologías apropiadas para la modelización climática con SIG (Fernández García, 1981; Fernández García *et al.*, 1996; García Hernández *et al.*, 1998).

El área constituye un sector fragmentado por una sucesión de contrafuertes y elevadas divisorias entre Asturias, Cantabria, León y Palencia. El vigor morfológico de estas montañas resultó determinante en la existencia de una gran variedad de contrastes climáticos, especialmente entre las vertientes orientadas al Cantábrico y las que vierten al Duero. Son estos

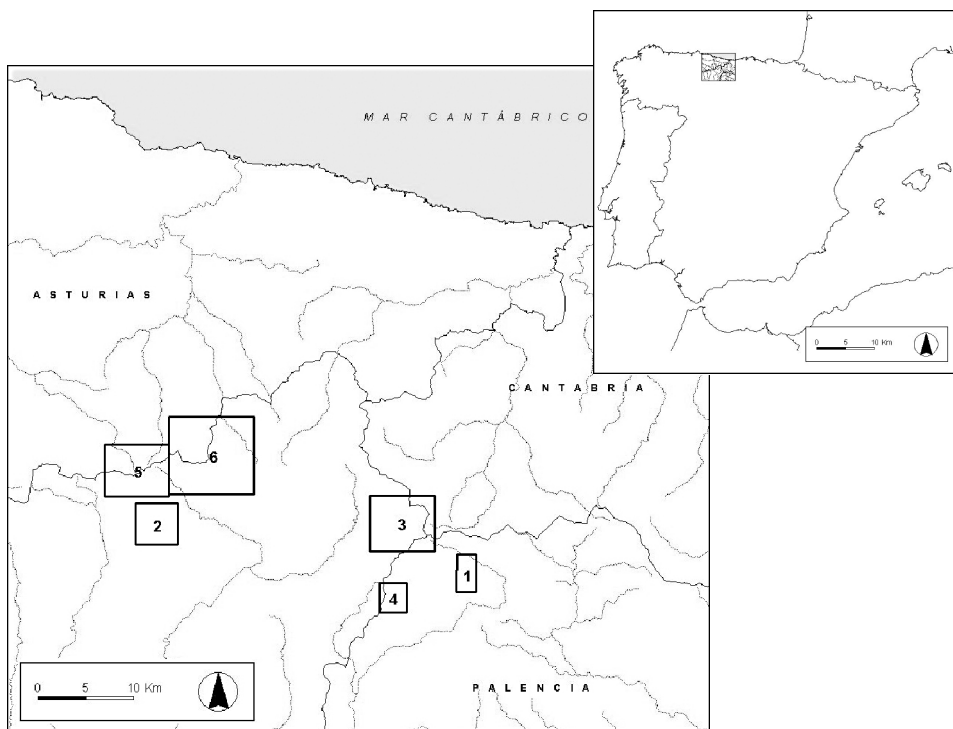
* Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid (fernando.allende@uam.es).

1. Resultaron claves las observaciones del sector central de la cordillera planteadas por Bertrand (1974) en su *Essai sur la systématique du paysage. Les montagnes cantabriques centrales (Nord-Ouest de l'Espagne)*.

contrastes los que permitieron la elección de tres conjuntos montañosos como ejemplos para ensayar la caracterización planteada. Se realizó una agrupación previa en función de su posición latitudinal, aislamiento o continuidad orográfica (figura 1).

El primer grupo elegido lo integran los macizos de Curavacas, Espigüete y Mampodre. Los tres macizos poseen el carácter de relieves exentos (Curavacas, 2.524 m, Espigüete, 2.451 m y Pico de Mediodía, 2.179 m) y sus laderas están incluidas en su totalidad en la vertiente meridional cantábrica a medio camino entre las masas de aire de procedencia cantábrica y las del Duero. El segundo incluye los cordales que constituyen la divisoria de aguas y que suponen obstáculos orográficos lineales de amplio desarrollo entre la vertiente cantábrica (Nalón y Sella) y la que vierte al Duero (Esla). Dentro de ellos se consideran los de Remelende-Paréu (Remelende, 1.888 m; Pico del Abedular, 1.825 m) y Ten-Pozúa (Ten, 2.142 m; Pozúa, 1.911 m). A diferencia del primer grupo son acusados los contrastes entre vertientes, salvo en los

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



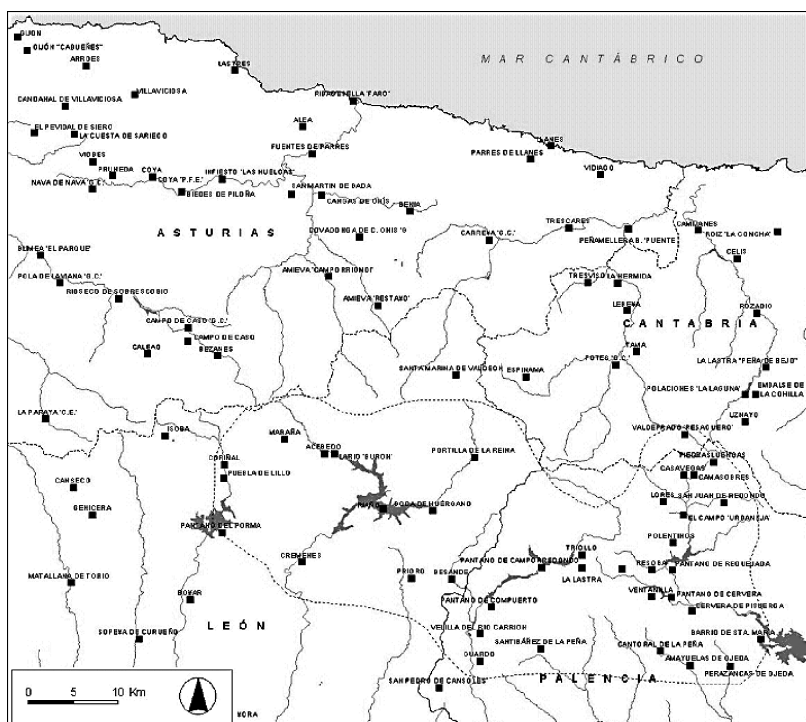
1. Espigüete. 2. Mampodre. 3. Peña Prieta. 4. Curavacas. 5. Remelende-Paréu. 6. Ten-Sajambre.

sectores más elevados. Por último el tercero lo integran Peña Prieta-Mojón de las Tres Provincias (2.575 m; 2.494 m), caso peculiar al constituir un complejo nudo montano con extensos contrafuertes hacia el Sur, Norte y Este. Este macizo comparte elementos de los dos grupos anteriores, con violentas reactivaciones de las masas de aire en los valles de Lechada y Naranco (León) y suaves advecciones, acompañadas por espesas nieblas, en el área de San Glorio. Un elemento que le otorga cierta originalidad es la existencia de amplios valles abiertos hacia el Este, en la cabecera del Carrión.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se estructuró en dos apartados: elección y discriminación de variables y tratamiento estadístico e integración en un sistema de información geográfica. En la primera se realizó la selección de un área lo suficientemente amplia para otorgar validez al análisis climático, tanto para los

FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS METEOROLÓGICOS

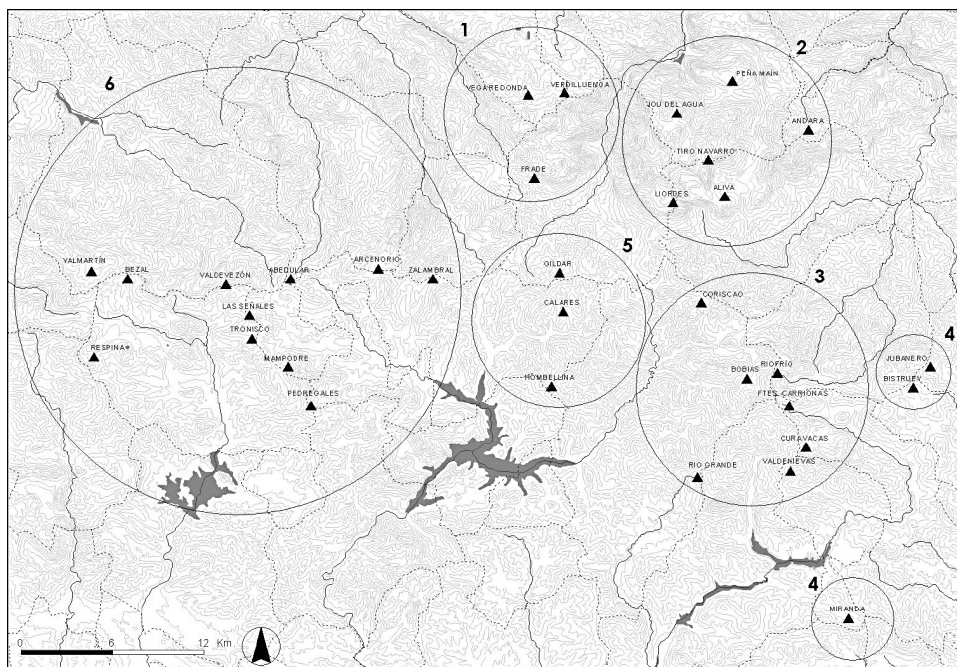


Observatorios utilizados. En línea discontinua los seleccionados para el cálculo de la pluviometría.

datos térmicos y pluviométricos como de espesor nival. En el caso de los observatorios termo-pluviométricos y pluviométricos se utilizaron series fiables para 39 y 38 estaciones, datos normalizados obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología y disponibles en la página web del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (SIGA —Servicio de Información Geográfico Agrario—) y con buena representatividad espacial en ambas vertientes de la cordillera Cantábrica (figura 2). En el caso del espesor nival se optó por una serie de pérugas de medición (figura 3), bien repartidas aunque con observaciones limitadas temporalmente (Programa EHRIN. La nieve en las montañas españolas).

En una segunda parte se realizaron cálculos multivariados y análisis *cluster*² utilizando el *software* estadístico SPSS 14.0. Debido a las particularidades del área estudiada y la inexistencia de datos directos se procedió a la selección, elaboración y posterior modelización de los datos termo-pluviométricos

FIGURA 3. LOCALIZACIÓN DE LAS PÉRUGAS DE MEDICIÓN DE ESPESOR NIVAL



1. Macizo occidental de Picos de Europa. 2. Macizos central y oriental de Picos de Europa. 3. Alta montaña del noroccidente palentino. 4. Estribaciones de la alta montaña palentina (Sierra del Brezo y Alta Pernía). 5. Alineaciones intramontañas leonesas (Sierra de Riaño-Gildar). 6. Divisoria nororiental leonesa.

2. Siguiendo las pautas de cálculo e interpretación de Everitt (1986) y Podani (1989).

y de espesor nival. En el proceso se han utilizado dos técnicas de tratamiento de los datos: la primera, orientada a la obtención de los resultados numéricos y fundamentada en criterios estadísticos, utiliza análisis de tipo multivariado³; una vez obtenidos los estadísticos se valoró el grado de significación de los coeficientes de determinación resultantes⁴; la segunda emplea los datos obtenidos del análisis estadístico y se destina al cálculo de modelos de distribución espacial mediante el uso de un sistema de información geográfica, concretamente ARC/INFO 9.2⁵. Todas las variables obtenidas fueron de carácter continuo y de tipo ordinal. Como variables independientes se seleccionaron aquellas que tuvieron una mayor influencia sobre la variabilidad espacial del clima, como la distancia al mar, distancia a la divisoria, latitud, longitud, altitud, orientación y pendiente. Los cálculos resultantes permitieron la obtención de una serie de ecuaciones para cada variable considerada y su representación a través de una estructura de datos tipo *ESRI Grid floating-point*. Tan sólo cuando los coeficientes de determinación fueron muy bajos se optó por la reclasificación y agrupamiento de los observatorios (por ejemplo las precipitaciones; figura 2). Por último se procedió a la plasmación gráfica de las diferentes variables consideradas en el análisis multivariado con el programa Arcgis 9.2 (por cuestiones de espacio sólo se muestran dos ejemplos en las figuras 4 y 5).

Para la modelización de las precipitaciones las variables independientes elegidas fueron la altura, distancia a la divisoria cantábrico-duriense, distancia al mar, latitud, longitud, orientación y pendiente. El análisis previo de los datos mostró correlaciones de diferente grado entre la pluviometría y las variables seleccionadas, presentando un comportamiento significativo con la distancia a la divisoria y las orientaciones y, en menor medida, con la altitud y las pendientes, mientras que los factores menos correlacionados fueron la latitud, la longitud y la distancia al mar. En el cuadro 1 se reflejan las ecuaciones resultantes para los datos medios

3. Como fuentes de referencia se utilizaron las obras de Díaz de Rada (2002), Manly (1986) y Escudero *et al.* (1994).

4. Considerando, según Fowler. J. y Cohen. I. (1999), los coeficientes de determinación como moderados (0,40-0,69), fuertes (0,70-0,89) o muy fuertes (0,90-1,00).

5. En este caso las referencias son variadas destacando, entre otras, las de Felicísimo Pérez (1994) o Hutchinson (1993) relativas a la creación y explotación de modelos digitales de elevaciones; o las orientadas al desarrollo de metodologías específicas de análisis espacial, como las de Green y Cousins (1993), Fotheringham y Rogerson (1994) o Price y Heywood (1994).

mensuales y el total anual, así como los coeficientes de determinación obtenidos. En este caso se obtuvieron bajos coeficientes de determinación de las series iniciales por lo que fue necesaria la agrupación en observatorios con un comportamiento más homogéneo, por ello se eligieron los situados en la vertiente sur (figura 2).

La alta correlación entre los datos térmicos y las variables facilitó la obtención de altos coeficientes de determinación en el caso de la altura, latitud, longitud y orientación. El resto de variables se desecharon debido a que, a diferencia de la pluviometría, no aportaban fiabilidad a las ecuaciones resultantes. En los cuadros 2 y 3 se reflejan las ecuaciones para los datos medios mensuales y las mínimas absolutas mensuales y anuales, así como los coeficientes de determinación obtenidos. En ningún caso arrojaron r^2 inferiores a 0,82 (noviembre), por tanto las correlaciones podrían clasificarse de fuertes o muy fuertes.

CUADRO 1. ECUACIONES Y COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN RESULTANTES DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO PARA LAS PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES Y MENSUALES

Mes	Ecuación	r^2
Enero	$-913,4759 + 0,0957*altura + 0,0023*distancia_divisoria - 0,0001*distancia_mar + 15,9244*latitud + 54,8329*longitud - 1,6132*orientación + 1,5100*pendiente$	0,65
Febrero	$-908,6735 + 0,0885*altura + 0,0020*distancia_divisoria - 0,0001*distancia_mar + 16,3895*latitud + 47,6602*longitud - 0,8326*orientación + 1,2447*pendiente$	0,72
Marzo	$-932,4574 + 0,0876*altura + 0,0013*distancia_divisoria - 0,0000*distancia_mar + 17,4383*latitud + 39,2338*longitud - 1,4946*orientación + 1,1679*pendiente$	0,78
Abril	$-862,0874 + 0,0589*altura + 0,0004*distancia_divisoria + 0,0000*distancia_mar + 17,9380*latitud + 31,0337*longitud - 1,0310*orientación + 0,7027*pendiente$	0,72
Mayo	$-509,4951 + 0,0696*altura + 0,0008*distancia_divisoria - 0,0000*distancia_mar + 9,0407*latitud + 33,3730*longitud - 0,7379*orientación + 0,7266*pendiente$	0,65
Junio	$-66,6702 + 0,0422*altura - 0,0001*distancia_divisoria - 0,0000*distancia_mar + 1,9353*latitud + 0,0798*longitud + 0,1138*orientación + 0,1712*pendiente$	0,60
Julio	$-140,4374 + 0,0121*altura - 0,0003*distancia_divisoria - 0,0000*distancia_mar + 3,9694*latitud + 0,2306*longitud + 0,0883*orientación - 0,0376*pendiente$	0,62
Agosto	$-31,5810 + 0,0095*altura - 0,0004*distancia_divisoria - 0,0000*distancia_mar + 1,0624*latitud + 3,3236*longitud - 0,0305*orientación + 0,0502*pendiente$	0,64
Septiembre	$-372,3075 + 0,0617*altura + 0,0007*distancia_divisoria - 0,0001*distancia_mar + 5,9910*latitud + 24,4098*longitud - 0,2326*orientación + 0,5590*pendiente$	0,81
Octubre	$-593,9005 + 0,0945*altura + 0,0010*distancia_divisoria - 0,0001*distancia_mar + 9,4673*latitud + 44,7108*longitud - 1,1299*orientación + 1,0573*pendiente$	0,74
Noviembre	$-849,4030 + 0,1233*altura + 0,0017*distancia_divisoria - 0,0001*distancia_mar + 13,4019*latitud + 0,5754*longitud - 1,9009*orientación + 1,4596*pendiente$	0,76
Diciembre	$-1093,8638 + 0,1164*altura + 0,0020*distancia_divisoria + 0,0000*distancia_mar + 19,5819*latitud + 54,4995*longitud - 1,0200*orientación + 1,3123*pendiente$	0,65
Anual	$-7237,8474 + 0,8585*altura + 0,0113*distancia_divisoria - 0,0005*distancia_mar + 131,3627*latitud + 393,8922*longitud - 9,9496*orientación + 9,8916*pendiente$	0,75

CUADRO 2. ECUACIONES Y COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN RESULTANTES DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO PARA LAS TEMPERATURAS MEDIAS

Mes	Ecuación	r ²
Enero	-53,3702 - 0,0054*altura + 1,4186*latitud + 0,2929*longitud + 0,0988*orientación	0,93
Febrero	-44,0829 - 0,0054*altura + 1,2392*latitud + 0,1304*longitud + 0,0829*orientación	0,93
Marzo	-16,5698 - 0,0052*altura + 0,6453*latitud + 0,0129*longitud + 0,0492*orientación	0,92
Abril	23,2509 - 0,0053*altura - 0,2729*latitud + 0,0733*longitud + 0,0422*orientación	0,92
Mayo	43,9241 - 0,0049*altura - 0,6691*latitud - 0,1521*longitud + 0,0427*orientación	0,89
Junio	60,9610 - 0,0041*altura - 1,0109*latitud - 0,0795*longitud + 0,0652*orientación	0,85
Julio	74,1509 - 0,0036*altura - 1,2488*latitud - 0,2410*longitud + 0,0784*orientación	0,78
Agosto	76,2799 - 0,0042*altura - 1,2960*latitud - 0,1698*longitud + 0,0588*orientación	0,81
Septiembre	20,1756 - 0,0041*altura - 0,0639*latitud + 0,1344*longitud + 0,0774*orientación	0,88
Octubre	-8,2161 - 0,0048*altura + 0,5245*latitud + 0,1516*longitud + 0,0652*orientación	0,93
Noviembre	-43,4948 - 0,0049*altura + 1,2445*latitud + 0,3048*longitud + 0,0992*orientación	0,93
Diciembre	-57,6681 - 0,0052*altura + 1,5225*latitud + 0,3200*longitud + 0,1075*orientación	0,93
Anual	19,4936 - 0,0046*altura - 0,1090*latitud + 0,0264*longitud + 0,0653*orientación	0,91

CUADRO 3. ECUACIONES Y COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN RESULTANTES DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO PARA LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS ABSOLUTAS

Mes	Ecuación	r ²
Enero	-192,7275 - 0,0046*altura + 4,3391*latitud + 0,8297*longitud + 0,2456*orientación	0,85
Febrero	-151,0089 - 0,0052*altura + 3,4002*latitud + 0,7401*longitud + 0,1944*orientación	0,88
Marzo	-125,833 - 0,0053*altura + 2,8674*latitud + 0,5546*longitud + 0,1597*orientación	0,87
Abril	-82,3614 - 0,0050*altura + 1,9031*latitud + 0,5034*longitud + 0,0927*orientación	0,88
Mayo	-79,0881 - 0,0046*altura + 1,8932*latitud + 0,3488*longitud + 0,1172*orientación	0,86
Junio	-89,4681 - 0,0046*altura + 2,2071*latitud + 0,3425*longitud + 0,1164*orientación	0,89
Julio	-80,6363 - 0,0049*altura + 2,0709*latitud + 0,2612*longitud + 0,1388*orientación	0,89
Agosto	-91,3443 - 0,0051*altura + 2,3156*latitud + 0,3997*longitud + 0,0971*orientación	0,89
Septiembre	-103,5708 - 0,0048*altura + 2,5160*latitud + 0,6458*longitud + 0,1400*orientación	0,88
Octubre	-96,9744 - 0,0050*altura + 2,3103*latitud + 0,5495*longitud + 0,1108*orientación	0,88
Noviembre	-131,5464 - 0,0045*altura + 2,9777*latitud + 0,8904*longitud + 0,1672*orientación	0,82
Diciembre	-194,6060 - 0,0046*altura + 4,3820*latitud + 0,9896*longitud + 0,2470*orientación	0,85
Anual	-209,7404 - 0,0055*altura + 4,6856*latitud + 0,9657*longitud + 0,3124*orientación	0,86

Los datos de espesor nival se obtuvieron a partir de 25 pértilas de medición incluidas en el programa EHRIN (MOPTMA, 1994; 1995; 1997; 1998), seleccionando únicamente aquellos que presentaron mejores coeficientes y que, espacialmente, estaban bien distribuidos (figura 3 y cuadro 4). Como variables de partida utilizamos aquéllas con mayor peso en la distribución de la nieve: altura, orientación y pendiente, obtenidas mediante un sencillo sistema de correlación bivariada (coeficiente de Pearson). Los resultados arrojaron correlaciones mínimas para todas las variables excepto para la altura. Esto facilitó la consideración de la altitud como una variable que

condiciona directamente el reparto de nieve. Elegida las variable que condiciona el cálculo final, se seleccionaron aquellas temporadas en las que el nivel de correlación ofreciese cierta fiabilidad y se obtuvieron las ecuaciones calculadas mediante estimación lineal para cada una de las series.

CUADRO 4. ECUACIONES Y COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN RESULTANTES DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL APLICADO AL ESPESOR NIVAL

Fecha	r ²	Ecuación
1991-92 28-30 enero	0,76	-144,958862 + 0,1022882 * altura
1992-93 28-29 marzo	0,72	-298,303314 + 0,194704 * altura
1992-93 4-5 mayo	0,77	-317,586853 + 0,195330 * altura
1993-94 26-27 marzo	0,67	-260,689606 + 0,165023 * altura
1993-94 22-23 marzo	0,66	-311,257080 + 0,194231 * altura

FIGURA 4. PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL

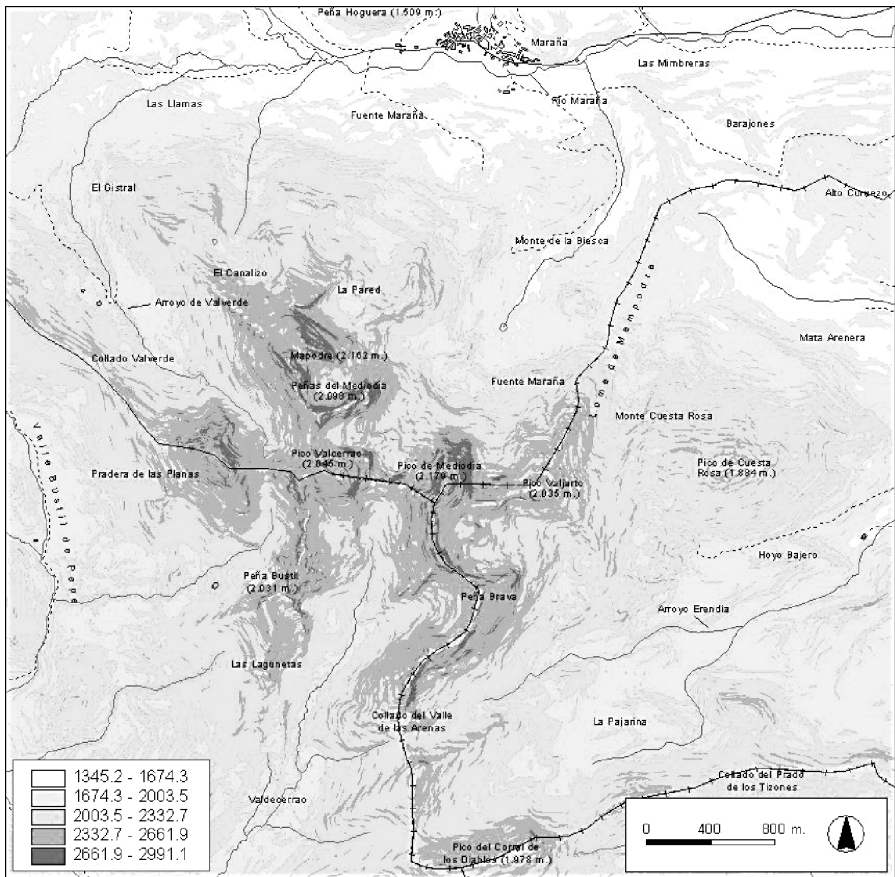
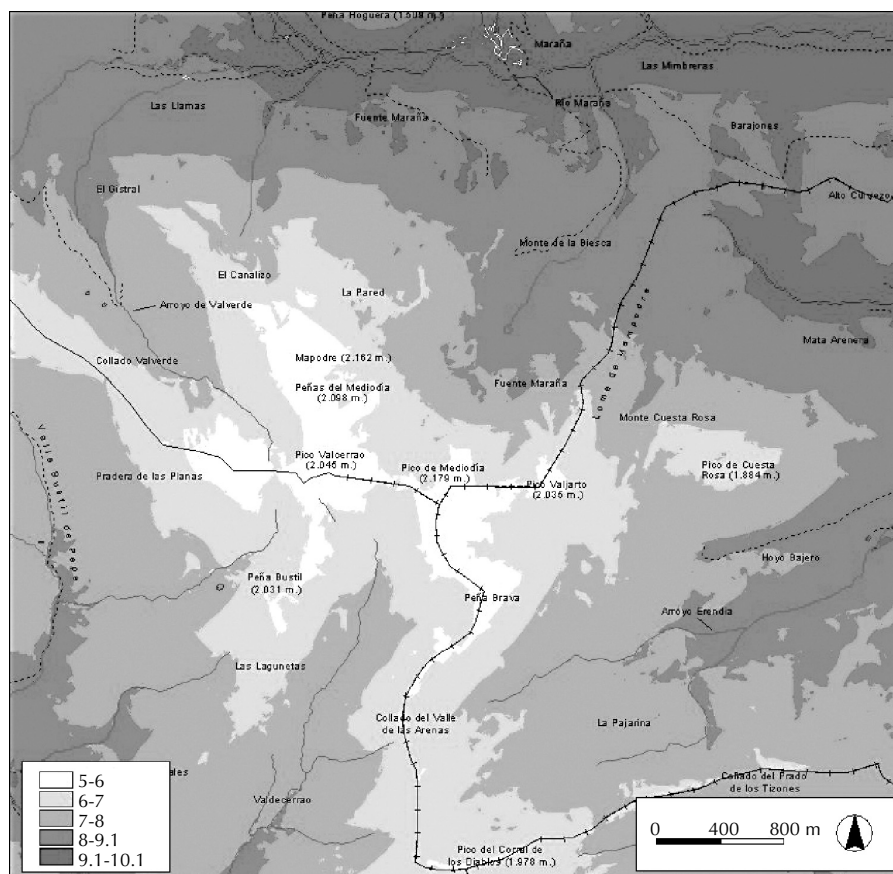


FIGURA 5. TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES



RESULTADOS

Pluviometría

En el caso de la pluviometría la distancia a la divisoria entre cantabro-duriense juega un papel decisivo en los macizos situados en la vertiente meridional cantábrica áreas que, por regla general, presentaron acentuados contrastes de orientación (Mampodre, Curavacas y Espigüete)⁶. Constituyen, salvada la divisoria, un segundo e inclusive tercer contrafuerte, frente a los

6. En el caso de Espigüete y Curavacas hasta dos barreras montañosas: los macizos central y oriental de los Picos de Europa y el conjunto de Peña Prieta-Tres Provincias; en Mampodre la divisoria de aguas desde San Isidro a la Sierra de Moneo.

regímenes perturbados septentrionales y, salvo situaciones ciclónicas de cierta profundidad, reciben el excedente sobrante precipitado sobre las alineaciones que los limitan por el Norte, Este y Oeste. Por tanto todas estas montañas se ubican en la sombra orográfica, especialmente hacia el Norte, de relieves de mayor entidad. Las orientaciones, con dos fachadas contrastadas, son definitivas, y son frecuentes las desecaciones de las masas de aire húmedas al descender por las vertientes orientadas al Sur. El resto de factores influyen en menor medida no obstante, la altitud, al igual que las pendientes, adquiere especial importancia en situaciones locales de reactivación de las masas de aire. La latitud y la longitud apenas tienen relevancia, especialmente debido al *efecto secante* ejercido por la orografía tanto en sentido meridiano como en dirección Norte-Sur. El resto de macizos (Ten-Sajambre y Remelende-Paréu) no están precedidos por obstáculos orográficos y reciben directamente las perturbaciones ciclónicas, factor reflejado en el incremento pluviométrico en estos cordales abiertos a los frentes oceánicos, sobre todo en sus vertientes septentrionales⁷.

Para una mejor comprensión de la distribución pluviométrica se establecieron cinco meses de referencia, considerando los datos mínimos y máximos calculados. Los meses se escogieron en función de la máxima (noviembre) y mínima (agosto) pluviometría, así como los periodos de descenso invernal (febrero) y repunte otoñal (septiembre). Elegidos los meses, se caracterizaron los regímenes pluviométricos por macizos utilizando los datos del cuadro 5. Éstos nos permitieron realizar un análisis de conglomerados con el objetivo de generar agrupaciones y analizar el comportamiento de las series. El resultado es el dendograma de la figura 6.

El análisis de conglomerados resultante para los registros mínimos permitió establecer cuatro grupos. En el primero se incluyen Peña Prieta, Remelende y Curavacas (mínimos anuales de 1.002,9, 1031 y 1.054,4 mm). Este grupo está ligado a los aportes del periodo invernal y otoñal, introducidos por regímenes ciclónicos profundos de procedencia septentrional y occidental. Dentro del grupo dos, Curavacas y Peña Prieta, presentan cierta proximidad y continuidad orográfica, en el caso de Remelende resulta clave su proximidad a la divisoria. Un segundo grupo es el que integran Espigüete y Mampodre (mínimos anuales de 1.167,8, 1.345,2 mm), en ambos la elevada altitud media explica en gran medida los registros mínimos. Por último y

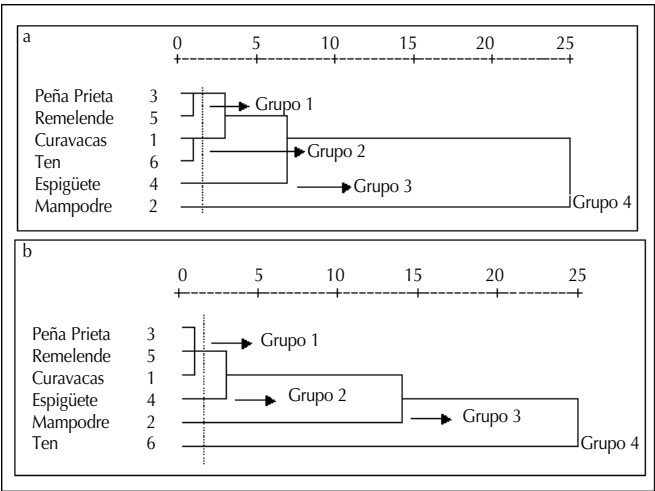
7. Debemos considerar en este punto la variación que introduce la altitud en los valores de cada macizo; de ahí que, comparativamente, Ten-Sajambre y Remelende-Paréu tengan unos registros menores que el resto de macizos.

como caso especial, el grupo de Ten (714,9 mm anuales); en éste la elevada superficie ocupada por la vertiente meridional leonesa tiene su reflejo en los mínimos registrados.

CUADRO 5. DATOS PLUVIOMÉTRICOS MEDIOS POR MACIZOS

Macizo precipit. (mm)	Noviembre		Febrero		Mayo		Agosto		Septiembre		Anual	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Curavacas	122,8	370,3	95,9	286,8	103	233,3	37,2	51,7	64,3	170,6	1.054,4	2.737,2
Mampodre	163,2	405	138,2	323,6	126,2	253,7	39,3	52,4	77,4	181,4	1.345,2	2.991,1
Peña Prieta	110,2	360,8	95,4	280,8	96,9	229,9	37	53,9	57,1	165,8	1.002,9	2.705,1
Espigüete	134	382,5	117,7	305,7	110,1	240,6	35,8	50,1	67,4	173,8	1.167,8	2.854,5
Remelende	118,2	357	104,4	283	100,6	227	37	51,7	55,4	157,9	1.031	2.651,1
Ten	73,4	372,2	73,7	295,4	74,5	237,3	32	53,9	32,3	169,7	714,9	2.774,1

FIGURA 6. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS. PRECIPITACIONES



Valores mínimos (a) y máximos (b).

Los registros máximos agrupan Peña Prieta y Remelende en el grupo 1 del dendrograma. Curavacas y Ten-Sajambre en el 2 y Espigüete y Mampodre presentan cierta proximidad (grupos 3 y 4). Peña Prieta y Remelende son similares en su comportamiento, puesto que tanto en uno como en otro resultan claves los regímenes perturbados asociados a la entrada de frentes

oceánicos; éstos facilitan el incremento de los máximos anuales (2.705,1 y 2.651,1 mm). Curavacas y Ten presentan ciertas semejanzas debido a la compensación pluviométrica introducida por la continentalidad de las tierras altas de la vertiente leonesa que, en el caso de Ten, son similares al Alto Carrión (2.737,2 y 2.774,1 mm). De idéntica manera existe cierto paralelismo entre la vertiente septentrional, abrupta y rodeada de los altos farallones del Cordal de Ponga (Ten), y los profundos valles altocarrioneses (Curavacas).

Termometría

La altitud y la orientación son los dos factores que más influyen en la distribución de los valores térmicos. La primera claramente ligada a un progresivo descenso de las temperaturas en altura y la segunda por la gran diversidad de facies térmicas que introducen las diferentes orientaciones: desde las *umbrías puras* (Norte), las umbrías de transición (Noreste y Noroeste), las solanas puras (Sur) a las de transición (Suroeste y Sureste). Este último factor compensa el descenso térmico con el incremento altimétrico condicionándolo a la orientación de las laderas. Latitud y longitud resultan determinantes a la hora de establecer el grado de continentalidad ya que tienen en cuenta la mayor o menor proximidad al mar y la existencia de elementos orográficos en la proximidad de los observatorios. La elección de puntos cercanos a la costa como Ribadesella, Lastres, Gijón o Llanes (Asturias) aporta los contrastes necesarios frente a los más meridionales y continentales como los de Guardo (Palencia) o Boñar (León).

Para una mejor interpretación de los datos se procedió, previa obtención de las medias mensuales y las mínimas absolutas para los meses con registros mínimos (enero) y máximos (julio) (cuadro 6), a su agrupación mediante el método de los conglomerados jerárquicos. Este sistema permitió la obtención de las agrupaciones establecidas en la figura 5, así como el análisis de los regímenes térmicos de las medias y las mínimas.

Los regímenes térmicos medios mensuales alcanzan sus registros mínimos entre noviembre y abril, salvo el caso de Peña Prieta (diciembre y marzo), Remelende (diciembre y febrero) y Ten-Pozúa, entre diciembre y marzo. Los máximos se registran en el mes de julio, el más calido del año, con temperaturas medias máximas por encima de los 15 °C. Las mínimas absolutas mensuales arrojan valores negativos todos los meses del año, modelándose e inclusive alcanzando valores por encima de cero entre junio y septiembre; es precisamente en este periodo cuando se obtienen las máximas de las mínimas absolutas que en ningún caso superan los 9 °C (julio).

El dendograma de la figura 7 muestra las agrupaciones resultantes. En todos los casos Curavacas aparece con un macizo individualizado con registros térmicos diferenciados y claramente influidos por los mínimos y máximos de las medias mensuales en enero (-6,1 y 0,4 °C) y los de las mínimas absolutas en julio (mín. -4,8 °C; máx. 1,5 °C) y enero (mín. -18,5 °C; máx. -11,7 °C). Resultan claves su elevada altitud media, la extensión de su vertiente septentrional y su posición marginal respecto a la divisoria principal.

CUADRO 6. DATOS TÉRMICOS MEDIOS POR MACIZOS

Macizo Temperaturas (°C)	Julio (1)		Enero (1)		Julio (2)		Enero (2)	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Curavacas	11,7	16,2	-6,1	0,4	-4,8	1,5	-18,5	-11,7
Mampodre	11,5	15,7	-2,6	3,6	-0,8	5,2	-11,8	-5,2
Peña Prieta	10,5	15,7	-4,7	3,0	-2,8	4,6	-14,2	-6,3
Espigüete	10,8	15,3	-4,2	2,3	-2,2	4,0	-13,6	-6,8
Remelende	12,1	17,0	-1,6	5,5	0,0	6,9	-11,0	-3,6
Ten	11,6	18,5	-2,4	7,8	-0,6	9,0	-11,6	-1,7

1. Medias mensuales. 2. Mínimas absolutas mensuales.

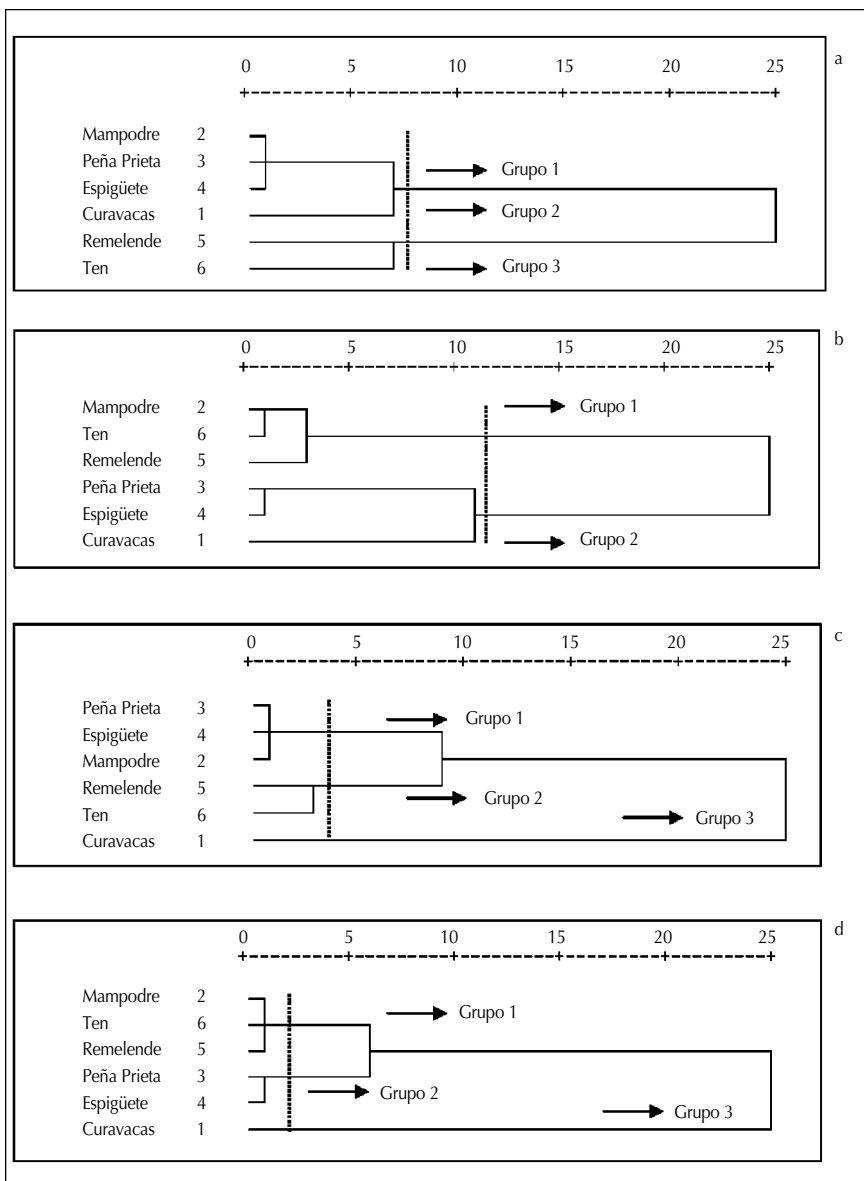
Remelende y Ten constituyen la segunda agrupación que mantiene proximidad en todos los dendogramas. En ambos son comunes la disposición orográfica y la existencia de una amplia vertiente septentrional, oceánica y con valles profundos, así como con considerables contrastes altimétricos. En este caso la influencia se manifiesta en los registros máximos de julio con valores máximos para Remelende de 17 °C (medias mensuales) y 6,9 °C (mínimas absolutas) y, en el caso de Ten, de 18,5 °C (medias mensuales) y 9 °C (mínimas absolutas).

Un tercer conjunto, repetido en todos los dendogramas, es el de Peña Prieta-Espigüete. En éste, al igual que en el primer caso, el mayor peso lo adquieren los registros mínimos, los más bajos en julio después de los del Curavacas (medias mensuales de 10,5 y 10,8 °C y mínimas absolutas de -0,8 y -2,8 °C). La elevada altitud media y la continuidad orográfica resultan determinantes en la semejanza de ambos macizos que constituirían, desde el punto de vista térmico, áreas de transición hacia sectores más continentales, representados por el Curavacas.

Mampodre constituye el último grupo, relacionado con Ten y Remelende en los registros mínimos de las medias (julio, 11,5 °C; enero, -2,6 °C) y de las mínimas absolutas (julio, -0,8 °C; enero, -11,8 °C) y con Peña Prieta y Espigüete en los valores de las máximas, los registros medios (julio, 15,7 °C;

enero, 3,6 °C) y mínimas absolutas (julio, 5,2 °C; enero, -5,2 °C). Es un macizo de transición a medio camino entre los conjuntos de la divisoria cantábrica, oceánicos y de temperaturas moderadas (Remelende y Ten), y los que poseen una cierta continentalidad (Peña Prieta y Espigüete).

FIGURA 7. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS. TEMPERATURAS



a. Valores térmicos medios máximos. b. Mínimos. c. Mínimos absolutos máximos. d. Mínimos.

Espesor de nieve

Como variables de partida utilizamos aquellas que se consideró que tendrían mayor peso en la distribución de la nieve: altura, orientación y pendiente, obtenidas mediante un sencillo sistema de correlación bivariada (coeficiente de Pearson). Los resultados arrojaron correlaciones mínimas para todas las variables excepto para la altura (cuadro 7). Esto facilitó la consideración de la altitud como una variable que condiciona directamente el reparto de nieve. Elegida la variable que mayor peso adquiere en el cálculo final, seleccionamos aquellas temporadas en las que el nivel de correlación ofreciese cierta fiabilidad y obtuvimos las ecuaciones calculadas mediante estimación lineal de cada una de las series, así como la cartografía correspondiente.

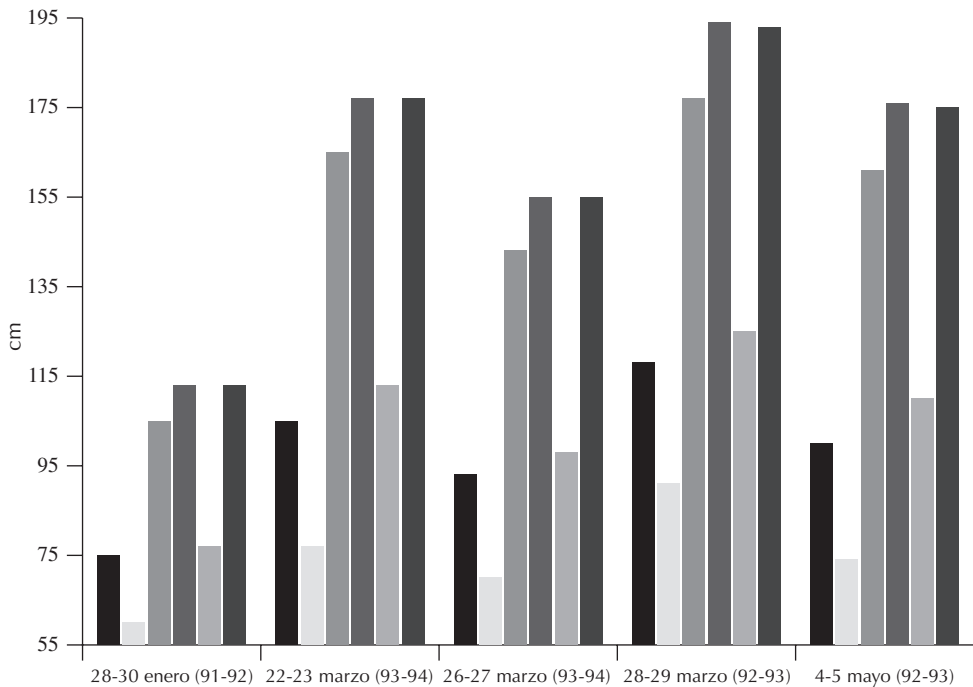
CUADRO 7. ECUACIONES Y COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN RESULTANTES DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL APLICADO AL ESPESOR NIVAL

Fecha	r^2	Ecuación
1991-92 28-30 enero	0,76	$-144,958862 + 0,1022882 * \text{altura}$
1992-93 28-29 marzo	0,72	$-298,303314 + 0,194704 * \text{altura}$
1992-93 4-5 mayo	0,77	$-317,586853 + 0,195330 * \text{altura}$
1993-94 26-27 marzo	0,67	$-260,689606 + 0,65023 * \text{altura}$
1993-94 22-23 marzo	0,66	$-311,257080 + 0,194231 * \text{altura}$

Resulta casi una evidencia señalar que las pértigas de medición de espesores nivales se reparten por diferentes conjuntos montañosos claramente diferenciados por su altura, su posición latitudinal y su entidad morfológica. Estos hechos, unidos a la orientación, resultaron definitivos a la hora de entender las variaciones en espesor y duración de la nieve. Resultó imprescindible realizar una primera aproximación a los condicionantes de tipo físico que pueden resultar definitivos en la interpretación de los datos nivales; considerando la masividad de los relieves, la altura media y su posición geográfica se realizó una primera clasificación, agrupando las diferentes pértigas o puntos de muestreo. Se diferenciaron cuatro grupos: alta montaña del noroccidente palentino, estribaciones de la alta montaña palentina (Sierra del Brezo y alta Pernía), alineaciones intramontañosas leonesas (Sierra de Riaño-Gildar) y divisoria nororiental leonesa (figura 3). A lo anterior se suma la variabilidad interanual y anual del espesor nival, máxime cuando se cuenta con datos para fechas concretas. En la figura 8 se refleja la

distribución, para las fechas elegidas, de los espesores de nieve máximos para cada conjunto de pértigas. Los máximos registrados coinciden, en todos los grupos, con el 28-29 de marzo de la temporada 92-93, en ésta se registraron 190 cm en Curavacas, 125 en Mampodre, 195 en Peña Prieta, 190 en Espigüete, 90 en Remelende y 119 en Ten. Un segundo repunte es, dentro de la misma temporada, el registrado el 22-23 de marzo con 180, 114, 180, 165, 77 y 105 cm. respectivamente. El segundo máximo se alcanza los días 4-5 de mayo de 1992-93, en éste se registraron 172, 107, 178, 161, 74 y 101 cm. El mínimo, dentro de los máximos, lo constituyen los días 28 y 30 de enero de la temporada 91-92 con valores de 11, 76, 111, 105, 60 y 74 cm.

FIGURA 8. ESPESOR NIVAL. DATOS MÁXIMOS PARA CADA MACIZO



1. Ten-Sajambre. 2. Remelende-Paréu. 3. Espigüete. 4. Peña Prieta. 5. Mampodre. 6. Curavacas.

Debido a la parcialidad antes reseñada de los datos con mediciones y a la heterogeneidad de las diferentes series se estimó necesario, con el fin de comprender la dinámica anual, analizar las diferentes situaciones de régimen ciclónico que provocaron precipitaciones de nieve así como la

influencia de éstas sobre el sector de ubicación de las pértigas de medición. Para ello se utilizaron los boletines diarios del Instituto Nacional de Meteorología y también se consideró oportuna la consulta de las noticias de prensa relativas a las diferentes temporadas, con el fin de valorar la incidencia real de las precipitaciones (archivo de *El País Digital*: <http://www.elpais.es>). Se consideran únicamente aquellos años que figuran como válidos en las correlaciones no obstante, hacemos referencia a datos de la serie total⁸ ya que resultaron útiles para valorar la evolución temporal de los espesores.

La variación en la intensidad de las nevadas con tiempos ciclónicos del norte (temporada 1991-1992). El 4 de noviembre de 1991 se registraron las primeras nevadas de la temporada 1991-92, de escasa entidad y en puntos aislados de la cordillera Cantábrica, como así lo refleja el Boletín Meteorológico Diario del Instituto Nacional de Meteorología (BMD, 4-11-91)⁹. En el mes de noviembre (día 19) se produjo un segundo episodio de nevadas, reducidas a cotas altas de la cordillera (BMD, 19-11-91). A mediados de diciembre tiene lugar el tercer episodio, de nuevo con nevadas escasas, que afectan especialmente al norte peninsular (BMD, 14 y 15-12-91). En los tres casos, pese a dominar un régimen ciclónico de noroeste, las temperaturas moderadas y la escasa profundidad de las borrascas apenas provocaron precipitaciones en forma de nieve.

A finales de enero de 1992 se produce el primer gran temporal y afecta a todo el cuadrante centro-oriental ibérico. La presencia de un anticiclón sobre el centro de Europa y la situación de una baja, de cierta profundidad, sobre el Golfo de Génova provocaron un régimen de gran inestabilidad en el nordeste peninsular. La dominante es un tiempo ciclónico con flujos del nordeste. El vigor del frente dejó abundantes precipitaciones de nieve en Cataluña, Aragón, sector nororiental andaluz e inclusive en la Comunidad Valenciana; apenas afectó a la cordillera Cantábrica que únicamente recibió precipitaciones de cierta entidad en su sector más oriental (BMD, 24-1-91). Las noticias de prensa reflejan la duración y amplitud del temporal:

“... el temporal de frío procedente del norte de Europa central continuó su desarrollo y el día 24 el se extendió a toda la mitad centrooriental de España; en Vitoria las bajas temperaturas literalmente congelaron la ciudad, también la carretera Madrid-Cádiz estuvo cortada en Despeñaperros. Especialmente

8. No se incluyen en este trabajo.

9. Por motivos de espacio no figuran en el trabajo los gráficos que contienen los boletines diarios del Instituto Nacional de Meteorología.

seguía afectada la zona catalana que el día 24 mantenía la N-260 en el Puerto del Cantó y la N-152, desde Caselles en la provincia de Gerona. Se mantenían cerrados en Álava los puertos de Herrera. Opakua. Vitoria y Zaldiarán. a ello se unieron los registros térmicos bajo cero como en Vitoria (desde las 18:00 horas), no obstante, País Vasco; al igual Guipúzcoa (Altos de Andazarate, Bidania, Lizarrusti, Opakua, Udana y Urto) y Vizcaya (Elagueta, Dima y Bikotzgane), también estaban afectados los sectores más orientales de Cantabria y La Rioja. La profundidad del frente afectó a Gandía y Castellón y en Utiel se alcanzaron -10°...” (El País, 23-1-92).

A partir de la segunda semana de febrero de 1992 se desarrolla un tiempo ciclónico con flujos dominantes del noroeste. La situación se mantuvo durante una semana encadenando una sucesión de temporales que barrieron sistemáticamente todo el norte peninsular y mantuvieron cierta continuidad hasta el día 20.

La penetración de aire ártico hasta latitudes muy bajas es una característica fundamental de los flujos del norte. Este tipo de tiempo define fuertes nevadas en toda la Meseta Norte desde Galicia hasta el extremo septentrional del Sistema Ibérico. Es bajo esta situación cuando se produjeron las precipitaciones más virulentas en forma de nieve durante la temporada 91-92:

“...El 26 de marzo 109 pueblos de León estaban incomunicados a causa de la nieve; dentro de éstos los más afectados eran las zonas de Picos de Europa, Riaño, La Sierra de los Ancares y las comarcas de La Robla y Laciana; también quedó interrumpida la línea de la FEVE que une León y Bilbao...” (El País, 26-3-92).

“... La situación se prolongó hasta el 28 de marzo con más de 300 pueblos incomunicados en la montaña norte de León. Palencia. Burgos y Soria. Especial virulencia adquirieron las precipitaciones en la noche del 26 y 27, incomunicando 64 localidades en León y 200 en Burgos...” (El País, 28-3-92).

Son precisamente las precipitaciones caídas durante los temporales de febrero y marzo las que facilitaron el considerable aumento de los espesores de nieve. El espesor acumulado casi se triplicó entre las mediciones de enero y abril. En enero la media de nieve acumulada para todas las pértigas era de 35,4 cm mientras que en abril alcanzó los 93,6 cm.

La regularidad de las precipitaciones recibidas, asociadas al grueso caído en marzo, también tienen su reflejo en los valores máximos alcanzados,

los más elevados de todos los años utilizados, con valores de 210, 150 y 130 cm en Abedular, Arcenorio o Las Señales (divisoria nororiental leonesa). Estas son indicativas de la profundidad y naturaleza de las perturbaciones dominantes y la inexistencia de obstáculos orográficos en su sector septentrional, lo que permite aportes extraordinarios. El caso contrario lo encontramos en el área palentina; los Picos de Europa suponen una barrera para las precipitaciones, mientras que en los macizos palentinos las acumulaciones registradas entre marzo y abril apenas se duplican, en el sector nororiental leonés casi se cuadruplican.

La irregularidad de las precipitaciones (1992-93). A principios de diciembre de 1992, concretamente el día 6, cayeron sobre la región cantábrica las primeras nevadas (BMD 6-12-92). Éstas se desarrollaron dentro de una situación típica del noroeste con penetración de aire de naturaleza polar marítima y afectaron fundamentalmente al cuadrante oeste peninsular. La situación, debido a la compensación introducida por una cresta anticiclónica atlántica y a las temperaturas moderadas, apenas dejó nieve sobre el sector centro-oriental cantábrico, salvo en cotas altas. El día 9 la situación cambió sustancialmente y la dominante fueron vientos de componente nordeste, de naturaleza continental polar, con nieves de nuevo escasas pero con bajas temperaturas que contribuyeron a mantener el espesor de la nieve caída. El día 12 cambia la procedencia de los vientos y la circulación se dispone en una clara dirección norte-sur, favorecida por una clara situación en omega y dominancia de los vientos procedentes del norte. La situación de inestabilidad se mantiene hasta día 17 de diciembre con penetraciones de aire polar marítimo y con una sucesión de borrascas localizadas al norte de las Azores, Islandia, Noruega y Golfo de Vizcaya; esto provocó nevadas de cierta intensidad en los sistemas montañosos del centro y norte (BMD, 17-12-92). Esta sucesión de situaciones inestables de claro componente norte favoreció la acumulación de nieves durante todo el mes de diciembre. Este hecho queda reflejado en los aceptables espesores registrados en todas las estaciones de esquí, especialmente las pirenaicas (*El País*, 31-12-92).

“... Durante todo el mes de enero de 1993 apenas nieva y el aumento general de las temperaturas condiciona el cierre de la mayor parte de las estaciones de esquí de la cordillera Cantábrica y la zona centro...” (*El País*, 15-1-1993).

El 28 de febrero se inicia un episodio ciclónico de cierta envergadura con una situación en omega en el mapa de 300 hPa y un flujo de vientos norte-sur, de procedencia polar, que se refleja en los mapas de

superficie. Las noticias de prensa subrayan la profundidad y consecuencias del temporal:

“... el día 28 quedaron bloqueados 50 pueblos en León, Asturias y Cantabria. a la situación de inestabilidad se unieron los fuertes vientos (cercaos en áreas marítimas a los 100 km/h), también se cerraron 11 puertos de montaña. En Asturias 20 puertos cerrados, en Cantabria 9 pueblos incomunicados y la cota de nieve entorno a los 600 metros; la situación se prolongó los días 1 y 3 de marzo; el día 1 aún se mantenían colapsadas las comunicaciones en el norte de España con cuantiosas precipitaciones en la meseta Norte, Vitoria, La Rioja e interior de Galicia y aún seguían aisladas poblaciones de Burgos, León, Palencia, Álava y Cantabria...” (El País, 1-3-93).

La situación se mantiene el día 2 con núcleos aislados en Asturias, León, Cantabria y Palencia:

“... Todos los puertos de montaña en Asturias están cerrados, salvo Pajares., afectando el aislamiento a todos los pueblos situados en cotas superiores a los 500 metros de altitud. En Cantabria también permanecen cerrados todos los puertos de montaña; la profundidad del frente facilitó que inclusive nevase en la sierra de Enix a 25 km de Almería...” (El País, 2-3-93). La situación comenzó a remitir el día 3 de marzo, manteniéndose todavía 800 pueblos incomunicados, especialmente en León y Asturias. y permaneciendo cerrados al tránsito San Glorio, San Isidro, Somiedo y Leitariegos, todos ellos en la cordillera Cantábrica...” (El País, 3-3-93).

A partir del día 19 de marzo los espesores se reducen debido a un aumento general de las temperaturas volviendo a la normalidad el 26 de marzo. El punto de inflexión lo marca el mes de abril durante el cual la moderación general de las temperaturas favorece que el día 8 “...no exista nieve en las estaciones de esquí cantábricas...” (El País, 8-4-93).

A la enorme variabilidad de las precipitaciones en forma de nieve entre finales del 92 y mayo del 93 se unió su ausencia durante el mes de enero y un aumento de las temperaturas a partir del 20 de marzo. Estos hechos son definitivos en la explicación de la calidad y cantidad de nieve que se registra en las diferentes pértigas de medición. A finales de marzo se registran valores medios para todas las pértigas de 43,5 cm, frente a los 25,8 cm de primeros de mayo. Casi la mitad de la nieve en un lapso de tiempo de apenas un mes. Ambos datos demuestran la irregularidad térmica y ciclónica del invierno frente al año anterior que, a finales de abril, registraba espesores medios de 93,6 cm.

La falta de nieve consolidada durante diciembre y enero favoreció una escasa variabilidad de los espesores entre ambas mediciones. En los macizos central y oriental se alcanzan, en marzo, 111,6 cm mientras que en mayo aún se mantienen 90 cm. De nuevo la irregularidad, la moderación de temperaturas y la ausencia de situaciones ciclónicas del noroeste facilitan que, en la divisoria nororiental leonesa, se registren valores muy bajos (25 cm en marzo y 0,4 cm en mayo). En la montaña noroccidental palentina la altitud del macizo juega un papel clave en los espesores registrados que oscilan entre los 44,2 cm de marzo y los 32,8 cm de mayo.

Pese al descenso general de los espesores y a la irregularidad de las mediciones destaca el sector de la montaña palentina que pierde poco espesor (11,4 cm). En este hecho influye la naturaleza de las situaciones ciclón, las de principios de marzo que adoptan un claro componente nororiental enfriando todo el macizo.

La continuidad en la precipitación de nieve (1993-94). La ola de frío que se desató en Europa a finales de noviembre de 1993 tuvo consecuencias, aunque de menor entidad, en casi toda España. A finales del mes (días 28 y 29) aún se observaba la penetración de masas de aire de naturaleza fría y un encadenamiento de frentes desde el centro de Europa. Esto favoreció la presencia de nieve en las estaciones de esquí, especialmente las del tercio septentrional, y se abrieron las de Pirineos (*El País*, 3-12-1993). La sucesión de situaciones frías de componente noroeste favoreció, a mediados de diciembre, la apertura de estaciones como la de San Isidro con espesores de 10 a 30 cm de nieve (*El País*, 17-12-93).

Es a finales de diciembre de 1993 y durante la primera quincena de enero de 1994 donde la situación cambia. El día 7 de enero un fuerte temporal azota el norte de España, temporal que evolucionó desde finales del año 93:

“... Debido a la profundidad del frente. La nieve alcanza Andalucía. Nevando en Granada capital, en Asturias cerraron tres puertos de montaña: La Cubilla, Leitariegos y El Palo, en Cantabria el Portillo de la Sía y el de Lunada. En Galicia el de O Poio y en León era necesario usar cadenas en ocho puertos de montaña...” (*El País*, 7-1-94).

El temporal remite el día 8 pero aún mantiene consecuencias de entidad especialmente en el Norte:

“... permanecen incomunicadas 15 localidades en León y Palencia se cierran los Puertos de las Señales y los Portillos de la Sía y Lunada; en

Cantabria todos los puertos de la red regional estaban cerrados. En Galicia aún se mantenía cerrado O Poio, en Granada La Ragua, en Aragón se cerraron los pasos fronterizos del Portalet y Bielsa y en Euskadi el de Opakua en Álava...” (El País, 8-1-94).

De nuevo desde el 9 de enero se suceden una serie de temporales cuyas consecuencias se prolongan hasta el 20 de enero:

“... permanecen cerrados los puertos de La Cubilla en Asturias. el pueblo de Tresviso. en Cantabria, estaba incomunicado; en Castilla y León los pueblos de Ancares Leoneses; a última hora de la tarde se abrieron el Portalet y Bielsa...” (El País, 9-1-1994. El día 11 de enero aún se mantiene el temporal permaneciendo cerrados el Portillo de la Sía y Lunada en Cantabria, Las Señales en León, Poio en Lugo. Canencia en Madrid y La Cubilla en Asturias. Esa misma situación sigue prolongándose hasta el día 18 de enero en el que un frente especialmente virulento afectó a la Cordillera Cantábrica, en Castilla y León 44 poblaciones leonesas y palentinas incomunicadas; en Asturias once puertos permanecían cerrados. En Cantabria nevó por encima de los 600 metros...” (El País, 18-1-94).

El temporal continuó el día 19, nevando en cotas inferiores a los 200 metros:

“... nevadas inclusive en Murcia en Cantabria. Lugo. Asturias. Palencia y en León permanecen aislados varios pueblos. El día 20 sigue idéntica situación continuando aislados un total de 48 pueblos de las provincias de León. Palencia y Cantabria; 28 puertos de montaña estaban cerrados al tráfico; un total de 28 puertos permanecían cerrados al tráfico entre otros. La Cubilla, Pozo de las Mujeres Muertas, San Isidro, La Marta, Somiedo y Ventana en Asturias; Palombera en Cantabria; Las Señales. Leiteriegos, Collada de Valdetejada, Collada de Cármenes, Pando, Monteviejo, Pandetrave, Panderrueda y Aralla en León; Piederasluegas en Palencia...” (El País, 19-1-94).

El siguiente episodio de precipitación de nieve no se produce hasta el día 25 de febrero, con precipitaciones procedentes del noroeste en Castilla y León, donde nevará en la cordillera por encima de los 1.800 metros. El 12 de abril se registra el último gran episodio de temporal de nieve con un frente frío que se prolonga hasta el día 17 de abril.

La continuidad en las precipitaciones de nieve es la dominante en esta temporada. Las primeras nieves caídas a finales de diciembre y primeros de

enero se consolidan, debido a las bajas temperaturas y al encadenamiento con los temporales de finales de febrero y mediados de abril. En todos los casos la situación dominante es del noroeste.

Esta consolidación y continuidad permitió registrar los espesores medios más altos de todos los años considerados en el mes de enero (media de 76,2 cm), manteniendo un valor de 30 cm en marzo. Al igual que la temporada anterior, la naturaleza nor-occidental de los frentes permite que en las alineaciones internas y en la divisoria nororiental leonesa se registren medias de 65,6 en enero y 8,6 cm a finales de marzo. En la montaña palentina los valores son de 77,5 cm en enero y 38,5 cm en marzo, frente a los 111,6 cm de enero y 69,4 cm de marzo en Picos de Europa.

A diferencia de la temporada anterior, las bajas temperaturas y la prolongación hasta mediados de abril de situaciones frías con precipitación de nieve, permitieron que se mantuviese la nieve hasta en pértigas de medición bajas, es el caso de las localizadas en la divisoria nororiental leonesa, las primeras que acusan la bonanza térmica (8,6 cm en marzo). Dato significativo es la comparación de las mediciones entre enero y marzo; los de la montaña noroccidental palentina mantienen espesores de entidad, con una variación de 30 cm en Fuentes Carrionas, 50 cm en Curavacas, 25 cm en Bobias; idénticos valores en Riofrío y pierden 10 cm Valdenievas (no se consideran las de Río Grande y Coriscao ya que no poseen medición a fines de marzo). El resultado para el conjunto palentino es una pérdida de 45 cm. Esto tiene su explicación, en primer lugar, por la profundidad de los frentes invernales que contribuyeron a almacenar un mayor espesor en Picos; y, en segundo, por la penetración de una situación fría del noreste en abril que, favorecida por la propia topografía del macizo de Fuentes Carrionas (recordar que sus valles se abren hacia el este), recibió un aporte extraordinario de nieve acompañado de bajas temperaturas a mediados de abril.

CONCLUSIONES

La combinación de las herramientas estadísticas y los sistemas de información geográfica facilitó, para cada conjunto montañoso, el cálculo y la representación espacial de las variables y permitió la cuantificación e interpretación de los valores térmicos, pluviométricos y de espesor nival. A lo anterior se une la información de trabajos previos (Allende, 2000; 2006;

2007) en los que se inventariaron las comunidades vegetales con vistas a desarrollar una tipificación fitoclimática¹⁰.

Las variaciones en la pluviometría y el espesor nival estuvieron directamente relacionadas con la altitud media, proximidad a la divisoria y con la complejidad orográfica entre el Cantábrico y el Duero. Se diferenciaron dos conjuntos por su carácter de¹¹:

- divisorias lineales y sin obstáculos orográficos como Remelende-Paréu (1.446,6 m; distdiv, 1,4 km; 1.238,4 mm; 15,8 cm), Ten-Sajambre (1.328,2 m; distdiv, 2,2 km; 1.327,3 mm; 24,8 cm) y Mampodre (1.612,6 m; distdiv, 5,4 km; 1.297,9 mm; 34 cm); éstas reciben elevados aportes pluviométricos y, debido a su altitud media, nivales de menor entidad que en el resto de macizos,
- o divisorias poco definidas y de complicada orografía entre las que se incluyen Curavacas (1.889,8 m; distdiv, 3,1 km; 927,7 mm; 73,9 cm), Peña Prieta (1.782,8 m; 956,3 mm; 68,7 cm) y Espigüete (1.779,6 m; distdiv, 9,5 km; 1.028,7 mm; 60 cm); los de mayor altitud, menor pluviometría y mayores registros de espesor nival.

En función de las variables térmicas calculadas se establecieron tres grupos asociados a la variedad de orientaciones en cada macizo y, al igual que en el caso anterior, a la cercanía a la divisoria de aguas y al mar, caracterizados por¹²:

- incluir amplias superficies orientadas al norte, como Ten-Sajambre (distmar, 39,2 km; 9,6 °C) y Remelende-Paréu (distmar, 42 km; 9,1 °C),
- encontrarse ligeramente desplazados de la divisoria cantábrica o poseer cierta complejidad interna; son los casos de Mampodre (distmar, 48,3 km; 6,9 °C) y Peña Prieta (distmar, 41,1 km; distdiv, 1,4 km; 6,8 °C),
- o situarse lejos de la divisoria de aguas y del mar, como Espigüete (distmar, 51,7 km; 6,3 °C) o, a sotavento de una divisoria elevada, introduciéndose cierta continentalidad, como Curavacas (distmar, 47,7 km; 5,2 °C).

10. Calculando el índice de termicidad para cada macizo siguiendo a Rivas Martínez, así como la filiación corológica dominante (sobre un total de 556 especies) que resultó euro-siberiana para la totalidad de los macizos (Allende, 2007).

11. Los valores pluviométricos, para evitar distorsiones, están referidos para todos los macizos a 1.000 m. Entre paréntesis figuran los valores medios calculados para la altimetría (metros), distancia a la divisoria de aguas (kilómetros), pluviometría (milímetros) y espesor nival (centímetros).

12. Entre paréntesis figuran la distancia al mar expresada en kilómetros y la temperatura media anual en grados centígrados.

Los datos anteriores, sumados a las observaciones de tipo bioclimático y corológico, permitieron diferenciar dos conjuntos montañosos. El primero, denominado subatlántico eurosiberiano de carácter oceánico, lo integran Remelende-Paréu, Mampodre y Ten-Sajambre. Se localizan sobre o próximos a la divisoria, poseen registros térmicos moderados, pluviometría por encima de 1.200 mm y la mayor parte de su superficie, colonizada en su mayor parte por especies de óptimo eurosiberiano, se incluye entre los pisos altimontano y Subalpino inferior. Los subatlánticos eurosiberianos con cierta (Peña Prieta) o acusada continentalidad (Curavacas y Espigüete) constituyen el segundo grupo. Se caracterizan por la complejidad de la divisoria, registros térmicos rigurosos y promedios pluviométricos cercanos o superiores a 1.000 mm. En su mayor parte ocupan el Subalpino superior y en ellos existe un acusado incremento de taxones mediterráneos hacia el Sur (12% respecto al total de taxones en el Espigüete).

Recibido 02.09.08

Aceptado 10.11.08

BIBLIOGRAFÍA

- Allende Álvarez, F. (2000): "La influencia de la ganadería extensiva en la dinámica de las comunidades pratenses del nordeste de la Cordillera Cantábrica", en Panareda, J. M. y Pintó, J. (eds.), *Temas de Biogeografía*, Aster, Gerona, pp. 245-254.
- Allende Álvarez, F. (2006): "Las comunidades vegetales sobre calizas del macizo del Espigüete (Palencia-León)", *Serie Geográfica*, 13, pp. 81-97.
- Allende Álvarez, F. (2007): *Clima y vegetación del sector centro-oriental de la cordillera Cantábrica*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, 830 pp.
- Bertrand, G. (1974): *Essai sur la systématique du paysage. Les montagnes cantabriques centrales (Nord-Ouest de l'Espagne)*, Université Toulouse-Le Mirail, Toulouse, 1160 pp.
- Capel Molina, J. J. (2000): *El Clima de la Península Ibérica*, Ariel, Barcelona, 281 pp.
- Díaz De Rada, V. (2002): *Técnicas de Análisis Multivariante para Investigación Social y Comercial*, RA-MA, Madrid, 362 pp.
- Escudero, A.; Gavilán, R.; Rubio, A. (1994): "Una breve revisión de técnicas de análisis multivariantes aplicables en Fitosociología", *Botánica Complutense*, 19, pp. 9-38.
- Everitt, B. (1986): *Cluster Analysis*, Halsted Press, Hampshire, 136 pp.
- Feliciísimo Pérez, A. M. (1994): *Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicación en las ciencias ambientales*, Pentalfa ediciones, Oviedo, 222 pp.
- Fernández García, F. (1981): "La disimetría pluviométrica entre las vertientes norte y sur del Sistema Central", *VII Coloquio de Geografía*, Pamplona, pp. 91-97.
- Fernández García, F. (1985): *El Clima en la Meseta Meridional*, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 215 pp.
- Fernández García, F.; Soriano Carrillo, J.; García Hernández, E.; Allende Álvarez, F.; Galán, E.; García, M^a (1996): "Delimitación espacial de la precipitación útil de la

- Comunidad de Madrid mediante la utilización de un sistema de información geográfica", *Clima y agua: la gestión de un recurso climático*, Universidad de La Laguna, pp. 311-323.
- Fotheringham, S. y Rogerson, P. (eds.) (1994): *Spatial Analysis and GIS*, Taylor Francis, Buffalo, 281 pp.
- Fowler, J. y Cohen, L. (1999): *Estadística básica en ornitología*, SEO/Birdlife, Madrid, 144 pp.
- García Fernández, J. (1986): *El Clima en Castilla y León*, Ámbito, Valladolid, 370 pp.
- García Hernández, E.; Allende Álvarez, F.; Fernández García, F.; Soriano Carrillo, J. (1998): "Estimación de la inercia térmica aparente en el Parque del Retiro utilizando imágenes térmicas obtenidas desde avión", Parteluz, Madrid, pp. 463-471.
- Green, D. R. y Cousins, S. H. (eds.) (1993): *Landscape Ecology and GIS*, Taylor Francis, Londres, 288 pp.
- Hutchinson, M. F. (1993): "Development of a continent-wide DEM with applications to terrain and climate analysis", en Goodchild, M. F. et al. (eds.), *Environmental Modeling with GIS*, Oxford University Press, Nueva York, pp. 392-399.
- Manly, B. F. J. (1986): *Multivariate Statistical Methods*, Chapman and Hall, Nueva York, 156 pp.
- Ministerio de Obras Públicas. Transportes y Medio Ambiente Programa EHRIN (1994): *La nieve en las cordilleras españolas. Año 1991-92*, MOPTMA, Madrid, 245 pp.
- Ministerio de Obras Públicas. Transportes y Medio Ambiente Programa EHRIN (1995): *La nieve en las cordilleras españolas. Año 1992-93*, MOPTMA, Madrid, 281 pp.
- Ministerio de Obras Públicas. Transportes y Medio Ambiente Programa EHRIN (1997): *La nieve en las cordilleras españolas. Año 1993-94*, MOPTMA, Madrid, 288 pp.
- Mounier, J. (1979): "Les origines du pasaje du domaine océanique au domaine méditerranéen dans la Péninsule Ibérique", *Méditerranée*, 36, pp. 3-17.
- Podani, J. (1989): "New combinatorial clustering methods", *Vegetatio*, 81, pp. 61-77.
- Price, F. y Heywood, D. (eds.) (1994): *Mountain Environments & Geographic Information Systems*, Taylor Francis, Londres, 220 pp.

Resumen

Una aproximación a la caracterización climática de un sector de la montaña central cantábrica.

Se plantea una caracterización climática de un conjunto de macizos incluidos en la montaña central cantábrica. Como punto de partida se utilizan los datos térmicos y pluviométricos normalizados (39 y 38 estaciones respectivamente) obtenidos del SIGA (Servicio de Información Geográfico Agrario) y los de 25 pértigas de medición de espesor nival (Programa EHRIN). La información se trató mediante técnicas estadísticas de análisis multivariado y de análisis cluster con el fin de modelizar espacialmente los resultados mediante un sistema de información geográfica. En el trabajo se analizan las diferentes variables que intervienen, su validez y su relación con los elementos que resultaron determinantes en su explicación: altitud, latitud, longitud, orientación, pendiente o distancia a la divisoria de aguas y al mar.

Palabras clave: cordillera Cantábrica; clima de montaña; clasificación climática; sistemas de información geográfica; regresión múltiple; análisis cluster.

Abstract

An rapprochement to the climatic characterization of a sector in the cantabrian central mountain.

This article deals a climatic characterization of a mountain massif group included in Cantabrian central mountain. As starting point are utilized rainfall and thermal normalized data

obtained of the SIGA (Service of Agrarian Geographical Information) and the data of 25 poles of measurement snow thickness (EHRIN program). The information treated using statistical techniques (multivariate and Cluster analysis) in order to modelling spatially the results with a geographical information system. In the paper are analyzed the different variables that intervene, their validity and their relation with the elements that resulted determinants in their explanation: altitude, latitude, longitude, aspect, slope or distance to the watershed or to the sea.

Key words: Cantabrian mountain range; climate of mountain; climatic classification; geographical information systems; multiple regression; cluster analysis.