



## LA INVESTIGACIÓN RECIENTE EN GEOMORFOLOGÍA PERIGLACIAR EN ESPAÑA. LA LABOR DE I.P.A. - ESPAÑA

Antonio Gómez Ortiz\*, David Palacios Estremera\*\*, Ferran Salvador Franch\*

\*Servei de Paisatge y Area de Geografia física. Universitat de Barcelona

\*\*Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad Complutense de Madrid

### La investigación reciente en geomorfología periglacial en España. La labor de I.P.A. - España (Resumen)

Se analiza la trayectoria de los estudios sobre periglacialismo en España centrandó atención en la labor desarrollada por IPA-España durante el periodo 1994-2003 por lo que se toma como referencia las publicaciones de sus reuniones. También se analiza la situación actual de IPA, particularmente de los miembros europeo, así como los temas de investigación que más interesa.

**Palabras clave:** regiones frías, IPA-España, periodo 1994-2003

### Abstract

This paper analices periglacial studies course of development in Spain. The paper focuses on IPA-España studies hold in 1994-2003 period; in fact publications of the meetings have been considered as a reference point. Moreover the paper analyses IPA nowadays situation, focusing on the European team, as well as topresearch interests.

**Key words:** cold regions, IPA-España, 1994-2003 period

Los estudiosos que se han venido ocupando de la evolución de la geomorfología española coinciden en señalar que el interés por los temas periglaciares comenzó a adquirir entidad a partir de la celebración del *V Congreso Internacional de INQUA* (Madrid-Barcelona, 1957), pues en sus sesiones de trabajo y excursiones científicas se dio cuenta de la existencia de formas de modelado asociadas a procesos fríos no glaciares en diferentes regiones del solar hispano. Esta constatación, que ya había sido revelada décadas antes por geomorfólogos extranjeros en otros lugares (p.e. Dresch, 1937, en el Atlas) y muy puntualmente en el Pirineo Central (García Sainz, 1935), supuso para la geomorfología española un notable avance conceptual y temático, particularmente por lo que significó deslindar, aunque de manera incipiente en el tiempo y en el espacio, el conjunto de procesos y formas periglaciares de aquellos fenómenos glaciares. Sin embargo, hay que reseñar que antes de tales acontecimientos asociados a la celebración del INQUA, Alfredo Floristán, en 1953, ya había reflexionado sobre el tema y redactado en castellano un pequeño manual sobre modelado periglacial, fruto de las enseñanzas teórico-prácticas que recibió de Jean Tricart y de otros investigadores franceses durante su permanencia en la Universidad de Burdeos. En este librito, por desgracia poco difundido entre la comunidad científica interesada, el autor ya da cuenta precisa del significado que tienen los procesos y formas periglaciares en la definición de muchos de los relieves de latitudes medias en los que no intervino el trabajo del hielo glaciar (Gómez Ortiz & González Martín, 1988).

El progreso del conocimiento periglacial por parte de los geomorfólogos españoles hasta entrada la década de los años setenta del siglo XX fue lento aunque progresivo y se resolvió, sobre todo, en describir y cartografiar manifestaciones de procesos fríos, tal como lo señaló Peña Monné (1998), aunque los avances más significativos que se operan casi siempre vienen de investigaciones firmadas por autores extranjeros (Hamelin, 1958; Hempel, 1960; Höllermann, 1967; Soutadé & Baudière, 1970; Brosche, 1978; etc.), en los que se certifica la existencia de formas de relieve de clima frío en ámbitos del territorio español que no fueron glaciados, tanto en montaña como fuera de ella. El verdadero aporte científico autóctono se opera hacia el tránsito de la siguiente década, la de los ochenta, y casi siempre con gran influencia de métodos y técnicas cartográficas de la escuela francesa, particularmente a partir del influjo de Jean Tricart y de sus trabajos (sobre todo sus manuales, p.e. *Le modelé glaciaire et nival* (1962) y *Le modelé des régions periglaciaires* (1967)) y estancias que a partir de 1971 hace con cierta regularidad en las universidades de Zaragoza, Barcelona y Madrid, principalmente, invitado expresamente por los profesores Mensua, Solé Sabarís y Asensio Amor, respectivamente.

Es, por tanto, a partir de estos años, segunda mitad de la década de los setenta y comienzos de los ochenta del siglo pasado, cuando en la literatura española empieza a irrumpir con paso firme lo relativo a las formas de modelado periglacial centrandó esfuerzos, sobre todo, en ámbitos montañosos de la casi totalidad de nuestras cordilleras, sobre todo Pirineo, Ibérica, Central y algunos enclaves de la cuenca del Duero. Sin lugar a dudas debió también ser determinante por estos años de propicio ambiente, el impulso dado por el Grupo Español para el Estudio del Cuaternario (hoy AEQUA), en especial su Reunión de Jaca, de 1975, así como el de la Asociación de Geógrafos Españoles, en su Coloquio de Granada, de 1976, pues en ambos certámenes

científicos se incluyeron ponencias relativas a morfología periglacial. Quizá, el mejor reflejo de esta positiva actitud hacia los temas fríos periglaciares sean las publicaciones que, de manera creciente y regular, empiezan a aparecer.

De esta época son las primeras tesis doctorales –anteriores, en 1973 y 1976, ya existían tesis de licenciatura- en las que sin olvidar el glaciario lo relativo a procesos y formas frías periglaciares ocupan lugar muy destacado, en ocasiones predominante o incluso exclusivo, con enfoques e ideas novedosas (Messerli, 1965; Serrat, 1977; Soutadé, 1978; Gómez Ortiz, 1980; Peña Monné, 1980; etc.). En esta misma línea investigadora el despliegue de artículos y contribuciones a reuniones científicas por parte de los investigadores españoles se incrementa notablemente, ocupando lugar relevante el descubrimiento de formas y su cartografía precisa tanto en áreas no glaciadas, lo que supone admitir procesos fríos en cotas relativamente bajas, como en otras áreas que anteriormente fueron glaciadas, lo que significa ahora asumir formación de modelados de procesos fríos periglaciares inmediatamente después de retirado el glaciario (Martínez de Pisón & Muñoz Jiménez, 1972; Solé Sugañes, 1973; Asensio Amor & González Martín, 1974; Llobet, 1975; Gutiérrez & Peña, 1975, 1981; Creus & García Ruiz, 1977; Rosselló, 1977; Gómez Ortiz & Serrat, 1977; Morales et al., 1977; Bullón Mata, 1977; Ginés & Mateu, 1977; Sanz Herraiz, 1977; García Rossell y Pezzi, 1977; Pedraza, 1978; Pérez Alberti, 1979; Martí Bono & González, 1979; Pellicer, 1980; etc.).

### Interés generalizado por los temas periglaciares en la comunidad científica de geomorfólogos españoles

Desde comienzo de la década de los ochenta hasta nuestros días la producción española referida a morfología periglacial cuenta con importantes aportaciones y logros procedentes de diferentes colectivos (geógrafos, geólogos, edafólogos, sedimentólogos, principalmente), lo que está permitiendo tener un conocimiento bastante completo de su significado geomorfológico en el conjunto peninsular e insular de las tierras de España. El progreso operado ha resultado muy notorio y no resulta erróneo señalar que en el conjunto de la geomorfología española los temas relativos al relieve y modelado de regiones o ambientes fríos ocupan un lugar muy destacado (González Martín, 1984, 1986; González & Pellicer, 1988; Gómez Ortiz & González Martín, 1988; Peña Monné, 1998; Gómez Ortiz & Palacios Estremera, 1995; etc.).

El avance logrado hay que encuadrarlo en el contexto del progreso general que la ciencia española ha experimentado en estos últimos años. Y, sin lugar a dudas, este feliz acontecimiento ha sido debido a una serie de hechos: a) El contacto con el exterior, a través de programas de actuación internacionales –visitas a centros de excelencia e intercambios de experiencias-, así como a la participación activa en eventos científicos; b) La mayor comunicación entre las disciplinas, lo que ha propiciado trasvases de ideas, métodos y técnicas entre especialistas de áreas afines tanto en el ámbito nacional como internacional; c) La implantación del Plan Nacional de I+D que ha permitido no sólo la consolidación de grupos de trabajos pluridisciplinarios e interuniversitarios, sino también una fuente de financiación para asumir proyectos novedosos. En tal sentido, y teniendo en consideración estos hechos, que hay que interpretarlos como convergentes, que duda cabe que la geomorfología, en particular, también ha resultado beneficiada (Gómez Ortiz & Pérez González, 2001). Al respecto, por ejemplo, vale la pena también acudir a la producción escrita de nuestra ciencia para comprender este hecho, tal como se desprende del estudio bibliométrico realizado por García Ruiz (1999).

En el desarrollo reciente del interés por los estudios periglaciares habría que añadir, además, otras actuaciones muy precisas, si cabe de alcance decisivo, particularmente porque han propiciado el contacto entre investigadores y el diseño, en muchos casos, de trabajos de colaboración. Sin lugar a dudas una de ellas, quizá la más importante, fue la creación, en 1997, de la Sociedad Española de Geomorfología (SEG), que desde 1990 y de forma regular y bianualmente, celebra sus Reuniones Nacionales (primera en Teruel, en 1990; última en Valladolid, en 2002). Paralelamente a ello hay otro hecho igualmente relevante a destacar y es la aparición, también en 1997, de la revista *Cuaternario y Geomorfología*, auspiciada y patrocinada por la Asociación Española para el Estudio del Cuaternario (AEQUA) y de la propia SEG y en cuyo primer número Alfredo Pérez González y Mateo Gutiérrez Elorza, Presidentes respectivos en aquella época de ambas instituciones, mostraban, en la Presentación de la revista, el deseo de que “recoja en buena medida los progresos del conocimiento que se vayan produciendo acerca del Cuaternario y Geomorfología de España”. Un análisis de la vitalidad de la geomorfología y de sus diferentes tendencias disciplinares durante estos últimos años se desprende de las publicaciones aparecidas, principalmente, en las distintas Actas de las Reuniones Nacionales de la SEG y en la referida revista *Cuaternario y Geomorfología*. El resumen de este devenir queda recogido en la tabla 1 y 2.

**Tabla 1. Distribución temática de aportaciones a las Reuniones Nacionales de la Sociedad Española de Geomorfología**

Bloque temático	Reunión							Total	%
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª		
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002		
Geomorfología regional	3	-	3	-	-	3	-	9	1,97
Geomorfología estructural y neotectónica	6	2	9	4	3	-	-	24	5,27
Morfología cárstica	7	-	5	-	3	1	-	16	3,51
Morfología volcánica	-	-	-	-	-	-	3	3	0,65
Geomorfología de países fríos									
Glaciar	6	4	4	2	5	4	6	31	6,81
Periglacial/crionival	1	1	3	2	1	3	5	16	3,51
Geomorfología de zonas áridas	8	-	3	-	-	-	-	11	2,41
Geomorfología litoral	7	5	8	2	7	10	9	48	10,54
Geomorfología fluvial	12	9	9	6	16	15	5	72	15,82
Morfogénesis de laderas	4	6	-	10	3	4	-	27	5,93
Litología y modelado	-	8	-	-	5	5	1	14	3,07

Erosión de suelos	12	19	22	13	8	5	6	85	18,68
Geomorfología y suelos	5	6	6	-	-	11	4	32	7,03
Evolución paleoambiental cuaternaria	-	-	-	6	7	5	2	20	4,39
Análisis espacial, cartografía, SIG	-	5	1	4	2	-	3	15	3,29
Geomorfología y riesgos naturales	-	-	-	-	8	3	4	15	3,29
Otros temas	3	1	3	-	1	1	5	14	3,07
Total	74	66	76	49	72	66	52	455	100

**Tabla 2. Distribución temática de los artículos publicados en Cuaternario y Geomorfología**

Volumen y números	Año	Total artículos	Arqueología-Prehistoria	Glaciarismo	Geomorfología Periglacialismo	Otras ramas	Otros temas
1	1987	22	7	1	-	13	1
2 (1-4)	1988	14	1	1	1	10	1
3 (1-4)	1989	14	-	1	2	10	-
4 (1-4)	1990	13	1	2	-	9	1
5 (1-4)	1991	13	2	-	1	10	-
6 (1-4)	1992	15	-	-	-	-	15*
7 (1-4)	1993	14	1	1	1	11	-
8 (1-2)	1994	9	-	2	-	6	-
8 (3-4)	1994	7	-	-	-	7	-
9 (1-2)	1995	7	-	-	-	7	-
9 (3-4)	1995	7	2	1	-	4	-
10 (1-2)	1996	6	-	-	-	6	-
10 (3-4)	1996	6	1	1	-	4	-
11 (1-2)	1997	8	2	-	1	4	1
11 (3-4)	1997	9	1	1	-	5	2
12 (1-2)	1998	9	2	1	-	4	2
12 (3-4)	1998	9	1	-	-	7	-
13 (1-2))	1999	7	-	-	-	6	1
13 (3-4)	1999	7	-	1	-	6	-
14**(1-2)	2000	8	-	1	-	7	-
14 (3-4)	2000	6	-	-	1	5	-
15 (1-2)	2001	9	3	1	-	4	1
16	2002	10	-	2	-	7	1
17	2003	6	3	-	-	1	2

\* Monográfico Geoarqueología; \*\* A partir del volumen 14 se adopta nuevo diseño y estructura temática

### La Asociación Internacional de Permafrost-España (IPA-España). Balance de una década

En la actualidad en España existe un grupo muy dinámico preocupado por la investigación en medios fríos. Nos referimos a IPA-España. Instalados sus componentes en diferentes Departamentos universitarios y en Centros de Investigación, principalmente, y procedentes de distintas especialidades, todos ellos centran atención desde enfoques particulares pero complementarios en el conocimiento de los procesos y de las formas que caracterizan a las regiones o áreas que estuvieron y/o están bajo dominios morfogénicos glaciares y/o periglaciares. El diseño de este colectivo pudiera tener su origen en la reunión que sobre “Glaciarismo y periglacialismo de la Península Ibérica, Canarias y Baleares”, tuvo lugar, bajo el auspicio de la SEG, en Granada-Sierra Nevada, en 1993, pues durante su celebración comenzó a hablarse de la posibilidad de conformar un colectivo de estudiosos que interesados por la morfología de países fríos se incluyera en la *International Association Permafrost*. En 1994 la idea se consolida y se crea en Madrid IPA-España, eligiéndose como representante del grupo a David Palacios Estremera. Desde entonces las actividades del grupo se recogen puntualmente en *Frozen Ground*, revista de difusión de la *International Association Permafrost*.

En estos casi diez años de existencia la labor canalizada por IPA-España, como atinadamente han señalado Peña Monné et al. (2000) y Serrano Cañadas & García de Celis (2002), ha sido fructífera, pues ha permitido a sus componentes una comunicación fluida a través de un rico despliegue de actividades, sobre todo, intercambios de experiencias y trabajos en colaboración. En tal sentido, han venido destacando, sin lugar a dudas, las reuniones científicas que, en número de seis –incluyendo la presente-, se han celebrado, (tabla 3). El común denominador de todas ellas generalmente ha respondido a una estructura semejante: a) Presentación de trabajos inéditos por parte de los asistentes de acuerdo con el objeto central de la reunión; b) Exposición y debate de algún tema de actualidad a cargo de un experto de trayectoria reconocida; c) Trabajo de campo monográfico, asumido, casi siempre, por los organizadores de la reunión, donde se da cumplida cuenta de los logros más recientes sobre el tema de estudio expuesto.

**Tabla 3. Reuniones de IPA-España. Identificación**

Reunión	Lugar/Año/Organización	Objeto central/Otras actividades	Documentación
Iª	Madrid, 1994	Ciclo de conferencias	Resúmenes

	Departamento de Geografía Física y AGR	Trabajo de campo	
	Universidad Complutense de Madrid		
II <sup>a</sup>	Santiago de Compostela, 1995	Trabajo de campo	Guía y resumen
	Departamento de Geografía		
	Universidade Santiago de Compostela		
III <sup>a</sup>	Andorra la Vella (Principado de Andorra), 1997	Procesos biofísicos actuales en medios fríos	Actas
	Servei de Gestió del Paisatge	Trabajo de campo y conferencias	
	Universitat de Barcelona		
IV <sup>a</sup>	Albarracín (Teruel), 1999	Procesos y formas periglaciares en la	Actas
	Sección de Geografía	montaña mediterránea	
	Instituto de Estudios Turolenses	Trabajo de campo y conferencias	
V <sup>a</sup>	Potes (Santander), 2001	Periglaciario en montaña y altas latitudes	Actas
	Departamento de Geografía	Trabajo de campo y conferencias	
	Universidad de Valladolid		
VI <sup>a</sup>	San Ildefonso-La Granja (Segovia), 2003	El periglaciario en relación con otros procesos	Actas
	Departamento de Geodinámica	Trabajo de campo y conferencias	
	Universidad Complutense de Madrid		

Los frutos acumulados durante estos años pueden valorarse a partir de las publicaciones de los trabajos presentados, particularmente de las Actas de las reuniones de 1997, 1999 y 2001 y de los Resúmenes de la de 2003, cuya temática coincide plenamente con la que se aporta a las Reuniones de la SEG (Gómez Ortiz & Pérez González, 2001), pues hay que tener en cuenta que los grupos de investigación firmantes son habitualmente los mismos. De momento adelantemos que en una primera aproximación cualitativa la labor asumida por el colectivo IPA-España a lo largo de esta década de existencia denota, en su conjunto, madurez y rigor científico.

Tres rasgos distintivos podrían caracterizar al conjunto de esta labor. Uno, la consolidación firme de diferentes líneas de investigación, algunas ya esbozadas en años anteriores y reflejadas sistemáticamente en las Reuniones de la SEG y particularmente en la Reunión de Granada-Sierra Nevada, en 1993. Nos referimos a lo relativo al periglaciario del pasado – heredado y subactual- y al periglaciario actual (binomio proceso/forma), y dentro de ambas la definición de campos de interés específicos (reconstrucción paleoambiental y datación de acontecimientos, cartografía geomorfológica, *permafrost* y glaciares rocosos activos, monitorización y control de procesos, seguimiento térmico de la capa activa, etc.). Un segundo rasgo distintivo se refiere a la existencia de grupos de trabajo cohesionados, pluridisciplinarios y con dilatada experiencia investigadora. En tal sentido destacan los instalados en las universidades de Zaragoza, Barcelona, Santiago de Compostela, Madrid-Complutense, Madrid-Autónoma, Cantabria, Valladolid, Alcalá de Henares, etc., desde donde, además, se vienen asumiendo programas de formación de nuevos doctorandos. Igualmente hay que reseñar aquellos otros grupos del CSIC y el dinámico equipo portugués de la Universidad de Lisboa. Y el tercer rasgo viene a mostrar la proyección externa del cometido realizado por el colectivo IPA-España. Así, por ejemplo, reseñar la atención que se viene prestando al estudio de regiones o áreas de clima frío allende de nuestro país por parte de grupos españoles, sobre todo los procedentes de Autónoma de Madrid-Valladolid, Madrid-Complutense y Alcalá de Henares. También resaltar la difusión en revistas de impacto de muchos de los trabajos científicos realizados, así como la participación de equipos españoles con otros equipos extranjeros en proyectos de investigación competitivos, etc. etc. En tales línea de actuación un exponente valioso fue la presencia española a la I<sup>a</sup> Conferencia Europea de Permafrost, celebrada en Roma, en 2001.

En cuanto al análisis pormenorizado de la labor desarrollada por IPA-España el mejor indicador, como se señalaba, son los trabajos publicados en las Actas de los diferentes certámenes realizados. Valorar el avance del conocimiento asumido durante estos años no resulta fácil dada la complejidad y dispersión del propio objeto de estudio y el poco tiempo transcurrido (1994-2003) (tabla 4). De todas formas si resulta adecuado un primer análisis para determinar *items* significativos como: ámbitos geográficos preferentes, temática dominante analizada, cronología de sucesos, métodos y técnicas empleados, perfil de los autores, etc.

**Tabla 4. Trabajos presentados en las diferentes reuniones**

Reunión/año	Conferencias	Total trabajos	Ámbito de España	Ámbito de Portugal	Otras regiones extranjeras
I <sup>a</sup> (1994)	El contenido de la Reunión se centró en un ciclo de conferencias y trabajo de campo				
II <sup>a</sup> (1995)	El contenido de la Reunión se centró en trabajo de campo				
III <sup>a</sup> (1997)	3	17	11	1	5
IV <sup>a</sup> (1999)	2	15	14	1	-
V <sup>a</sup> (2001)	-	14	9	1	4
VI (2003)	2	16	9	2	5

### Ámbitos geográficos

Los ámbitos geográficos estudiados en los 62 trabajos, 43 se refieren a España; 5, a Andorra; 5, a Portugal; 6, a las Islas Shetland del Sur (Antártida); 1, a Tarfala (Suecia); 1, al volcán Popocatepétl (México); y 1, a la Península de Varanger

(Noruega). Respecto a los que se refieren a la Península Ibérica, 53, la casi totalidad de todos ellos se centran en espacios de montaña destacando el Pirineo Central (13), Sistema Central (8), Béticas (6) –Sierra Nevada, 5 y Sierra de los Filabres, 1-, Cordillera Cantábrica (4), Macizos gallegos (3), Sistema Ibérico (2) y Montes de Toledo (1). El resto de trabajos, 3, coinciden en ámbitos extramontañosos: depresión de Vera y rebordes montanos(1), Submeseta sur en su contacto con el ramal meridional de la Cordillera Ibérica (1) y también Submeseta sur aunque ahora en su enlace con Sierra Morena (1).

Por los datos ofrecidos resalta la predominancia geográfica del solar hispano, aunque también territorios del resto de la Península Ibérica (Portugal y Andorra) y otros allende de nuestras fronteras, sobre todo el archipiélago de Shetland del Sur (Antártida). Respecto a la distribución espacial de las regiones españolas se detecta la existencia de áreas privilegiadas frente a otras menos atendidas, a pesar de que de estas últimas ya se tenía noticia escrita de acontecimientos fríos no glaciares, a través de registros morfológicos, palinológicos o faunísticos.

Acerca de las áreas preferentes destacan en Pirineo Central y Sierra Nevada, las montañas más elevadas de la Península Ibérica y en las que es notoria la actual presencia de pisos morfogénicos fríos diferenciados. Por lo que se refiere a las áreas desatendidas hay que incluir a los sistemas montañosos del levante mediterráneo y, en concreto, a los del País Valenciano y extremos más septentrionales de las Béticas, en territorio de Alicante y de Murcia, donde hace tiempo se describieron modelados periglaciares pleistocenos, particularmente en lo relativo al tapizado de laderas (Rosselló, 1970; López Bermúdez, 1973) y recientemente confirmados por Calvo (1987) y Marco Molina (2001). Lo mismo podría decirse, aunque en menor medida, del Sistema Costero Catalán, a pesar también de que para el Montseny se dió noticia de la existencia de nichos glacionivales y espesos mantos de derrubios ordenados regularizando vertientes (Llobet, 1975). Fuera de estos ámbitos también se hecha en falta una particular atención a la Submeseta norte, en concreto al valle del Duero, donde García Fernández ya mostrara depósitos afectados por geliflujión, y a todo el conjunto del País Vasco y Pirineo Occidental, que incluyen en sus relieves morfologías periglaciares heredadas (Ugarte et al., 1984). En semejantes términos habría que contemplar a las islas Baleares y Canarias en las que, igualmente, se describieron modelados y procesos fríos (Rosselló, 1977; Morales et al., 1977; Höllermann, 1978; etc.).

### Temática dominante

Por lo que respecta a la temática dominante existe una gran diversidad de intereses que podrían agruparse en dos tendencias: estudio de formas heredadas y estudio de formas actuales. Una y otra tendencia, a su vez, tiende a afrontarse desde una perspectiva general o desde otra particular. La primera, por ejemplo, supone descripciones cualitativas de formas de modelado y su distribución clasificada en altura, lo que permite ensayar una zonación de pisos morfodinámicos. Esto es lo que ocurre cuando de un sector bien delimitado se obtiene una síntesis producto de anteriores trabajos parciales. Un reflejo muy nítido de este tipo de trabajos son las Actas de la Reunión de Granada (1993) “Glaciarismo y periglaciarismo de la Península Ibérica, Canarias y Baleares”, donde se puso al día el estado del conocimiento periglacial en nuestro país. Aún hoy este tipo de trabajos se viene asumiendo para determinadas unidades del Pirineo Central, conjunto de Galicia, Sierra Nevada, Islas Shetland del Sur y norte de Portugal.

Otros trabajos son de carácter más específico y se basan en el análisis de formas de modelado a partir del estudio de los procesos desencadenantes heredados o actuales. En tal sentido y sobre morfologías heredadas destacan glaciares rocosos (montes de León –Sierra de Gistredo-), campos de bloques (montañas de Galicia –Xistral, Ancares, Courel, Trevinca, etc.-) y, sobre todo, derrubios de ladera (tipo estratificado y/o asistido), que son los depósitos más extendidos en nuestras montañas. Este último tema ha ocupado atención preferente en el Pirineo Central (eje axial y Prepirineo) y Cordillera Ibérica, ramal castellano donde se han determinado diferentes generaciones, algunas datadas a partir de C14, radiometría y artefactos prehistóricos. Igualmente han ocupado interés destacado en Sierra de Filabres, en el tránsito Meseta Sur y Sierra Morena oriental y en los llanos de Vera-Sorbas (Almería), donde los coluvios periglaciares podrían haber quedado establecidos por encima de los 700-1000 m.

En cuanto a procesos fríos actuales y formas desencadenantes las aportaciones resultan numerosas y contemplan la totalidad de espacios montañosos ya descritos y una amplia variedad climática. Ahora debemos hablar de perspectivas o enfoques acerca de cómo se interpreta el binomio proceso-forma. En ocasiones interesa el análisis profundo de un elemento del sistema. Así ocurre, por ejemplo, con el comportamiento térmico del aire (Andorra), o con aquellos otros trabajos referidos al estudio de la evolución térmica de la capa activa, a partir de la monitorización de puntos significativos (Pirineo Oriental –macizo de Calmquerdós-, Sierra Nevada, Base Antártica Española, Norte de Portugal –Serra de la Estrela-, etc.), lo que ha implicado el diseño particular de protocolos de actuación “in situ”. Igualmente el clima, y sobre todo el régimen de temperaturas, ocupa lugar relevante en la clasificación y distribución altitudinal de la morfodinámica, como sucede en la propuesta hecha para Picos de Europa.

En otras ocasiones los trabajos se interesan por el origen y génesis de determinadas microformas a partir del seguimiento monitorizado de procesos (criturbación, gelisoliflujión, crio-reptación), como ocurre con las figuras geométricas y el desplazamiento de coladas de piedras en Sierra Nevada. En semejante línea de actuación, aunque desde perspectivas más integradoras, destacan las experiencias que se vienen asumiendo acerca del cometido de la nieve en la morfodinámica de Dos Hermanas-Peñalara y en el circo de Gredos (Sistema Central). Igualmente la monitorización ocupa atención particular en el control del movimiento de glaciares rocosos. Los resultados que se vienen acumulando en Las Argualas (Valle del Tena, Pirineo aragonés) y en el Corral del Veleta (Sierra Nevada) están demostrando la bondad de la fotogrametría digital como herramienta valiosa. También la fotogrametría está siendo utilizada para la prevención de lahares en el volcán de Popocatepétl (México), a partir del control de la deglaciación del referido volcán.

El seguimiento de la superficie de los glaciares pirenaicos es otra de las preocupaciones que viene atendándose desde 1985, al amparo del Programa ERHIN. Los resultados hasta finales del siglo XX, comparados con los que se ofrecieron para 1980 (Serrat et al. 1981) muestran merma de masa helada. Relacionado con esta temática hay que resaltar los trabajos dedicados a la localización de *permafrost* profundo en el macizo de Posets (Pirineo Central), donde se ha detectado por encima de los 2700 m.

Igualmente se ha localizado *permafrost* fosilizado por manto de derrubios en Picos de Europa, en Jou Negro. Y recientemente, también, en el Corral del Veleta (Sierra Nevada), a 3150 m de altura. En este caso, además, se estudia su relación con las formas asociadas, como igualmente se hace en las Islas de Shetland del Sur. En otro orden de cosas y referido a acontecimientos históricos hay que resaltar la reconstrucción ambiental a partir del siglo XV, en concreto de la Pequeña Edad del Hielo. En tal sentido sobresalen los estudios que se llevan a cabo en el sur de Andorra, en el valle del Madriu, donde se han detectado diferentes pulsaciones climáticas frías a partir del estudio liquenométrico en morrenas de nevero.

Hay que resaltar en esta relación de temas de estudio la escasez de trabajos referidos a aludes de nieve, pues sólo en una ocasión esta cuestión se trata (valle de Ordesa). Igual podría decirse acerca de la dinámica del paisaje supraforestal o sus ecosistemas, particularmente contemplando al hombre como agente geomórfico directo o inductor. Sobre estas cuestiones sólo dos trabajos se han contabilizado. Uno, referido al deterioro de formas periglaciares como respuesta a la apertura de pistas de esquí en la estación de Valgrande-Pajares. Otro, preocupado por la incidencia del ganado trashumante en la evolución de formas de modelado de ladera en el macizo de Casamanya (Andorra), particularmente desde que la cabaña ganadera ha tendido a reducirse.

## Métodos y técnicas

Acerca de los métodos y las técnicas de trabajo empleados igualmente ha que subrayar que resultan variados. Sin lugar a dudas el análisis “in situ” que proporciona el trabajo sistemático de campo continúa acaparando la mayor atención. Es él, junto a la cartografía geomorfológica de detalle (1/5000, 1/10000, 1/25000) elaborada en una primera fase a partir de fotointerpretación, quien sustenta los trabajos de reconocimiento de formas de modelado y su instalación altitudinal.

El conocimiento del comportamiento climático en nuestras montañas se desconoce con cierta precisión por lo que supone un grave inconveniente a la hora de establecer en altura pisos o secuencias morfogénicas. Esta situación tiende a mitigarse a partir del tratamiento estadístico y la proyección en altura de los datos de estaciones del llano o enclavadas a media ladera. Los resultados, siempre que estén avalados convenientemente por los grupos de formas de modelado resultantes y, en su caso por el tipo de colonización vegetal, permiten tener una aproximación cualitativa del reparto y escalonamiento de procesos en el conjunto de la montaña. La instalación reciente de estaciones automáticas completas y sensores autónomos y automatizados de larga duración (tipo *datalogger*), en parcelas experimentales ha supuesto un gran avance, sobre todo en el descubrimiento del ritmo térmico en superficie y en el seno del suelo, a diferentes profundidades. Las experiencias iniciadas en la Antártida y proseguidas y mejoradas en varios enclaves de las montañas de la Península Ibérica (Pirineo, Sierra Nevada, Gredos, Estrela) están resultando de gran interés, pues los resultados que suministran permiten explicar mejor el comportamiento mecánico de los suelos, en particular lo relativo a procesos y formas instalados en la capa activa.

La morfometría y la sedimentología continúan siendo técnicas muy empleadas en el análisis de los derrubios de ladera (*groize*, *grèze*), en las coladas de bloques y en los *debris flows*, particularmente para determinar secuencias deposicionales y génesis de los arrastres, tal como se detecta en los trabajos realizados sobre *grèzes* y *groizes litées* en el Pirineo Central –núcleo axial y Prepirineo-, Sierra de Albarracín, Cordillera Ibérica-rama castellana, Galicia oriental y Sierra de Filabres. Y por lo que respecta a coladas y *debris flows*, las experiencias de Tarfala (Suecia) resultan significativas. En la mayoría de los casos y determinadas las condiciones de formación de los depósitos, éstos, además, han sido datados a partir de C14, U/Th, artefactos arqueológicos, etc. lo que ha permitido situarlos en el tiempo, la mayoría entre el Pleistoceno medio y Subboreal y, en ocasiones y gracias a la palinología, determinar los paleoambientes en los que se construyeron, como sucede en los casos de Bentué de Ransal y el Alto valle del Cinca (Pirineo Central).

En otras ocasiones determinadas técnicas de datación han permitido acercarnos más a nosotros y determinar etapas frías históricas dentro de la Pequeña Edad del Hielo, por ejemplo. Así ha sucedido con la liquenometría, ya comentada para el caso del sur de Andorra. En este mismo rango cronológico, aunque desde diferente perspectiva, la documentación histórica de época está dando resultados excelentes en la reconstrucción del paisaje altimontano de las montañas glaciadas. En tal sentido, los escritos de viajeros de la Ilustración y posteriores se están convirtiendo, cada vez más, en referencias valiosas, particularmente si relatan montañas en las que pudo haber actuado la Pequeña Edad del Hielo. Al respecto, el bagaje de información obtenido de Sierra Nevada resulta significativo.

Igualmente se está poniendo de relieve la utilidad que poseen los mapas de cobertura nival en la explicación de los procesos y formas asociadas a la nieve a gran escala espacial. La realización sistemática y periódica de fotografías de cobertura nival y su traspaso convenientemente depurado a mapas, convierte a éstos en herramientas muy eficaces a la hora de interpretar el reparto espacial de determinados procesos morfogénicos y modelados asociados. Las experiencias que se llevan a término en Dos Hermanas-Peñalara (Sistema Central), inmersas en una filosofía geográfica integradora resultan de gran interés. En similar línea habría también que citar los ensayos acerca de las relaciones entre especies vegetales y pedreras de alta montaña (Sierra de Gredos).

Las técnicas geofísicas igualmente han estado presentes en determinados trabajos, en particular en aquéllos dedicados a la detección de *permafrost* profundo y a su determinación física, pues su empleo ha permitido localizar el reparto extensivo y potencia de estas masas heladas en diferentes enclaves montañosos. Las más fecundas experiencias se han centrado en Posets (Pirineo Central), donde en relación a la altitud del macizo se han distinguido *permafrost* esporádico, discontinuo y continuo. Experiencias recientes también se han llevado a cabo en Sierra Nevada. En ambos casos los resultados obtenidos han sido fruto de diferentes protocolos de actuación (refracción sísmica, SEV, geo-radar, etc.), completados con mediciones de BTS.

El control de la movilidad de los glaciares rocosos, a partir de puntos fijos enclavados en diferentes lugares de la superficie del cuerpo detrítico, ha supuesto el empleo de técnicas topográficas, geodésicas y fotogramétricas. Los resultados obtenidos, de gran interés, validan la fiabilidad de ellas. En tal sentido, sobresalen los trabajos llevados a cabo en Las Argualas (Pirineo Central),

desde 1991 hasta 2000. También los iniciados en el Corral del Veleta (Sierra Nevada) en el verano del 2000. La bondad de estas técnicas abre expectativas en el control del flujo de masas gelifluidales y/o soligelifluidales.

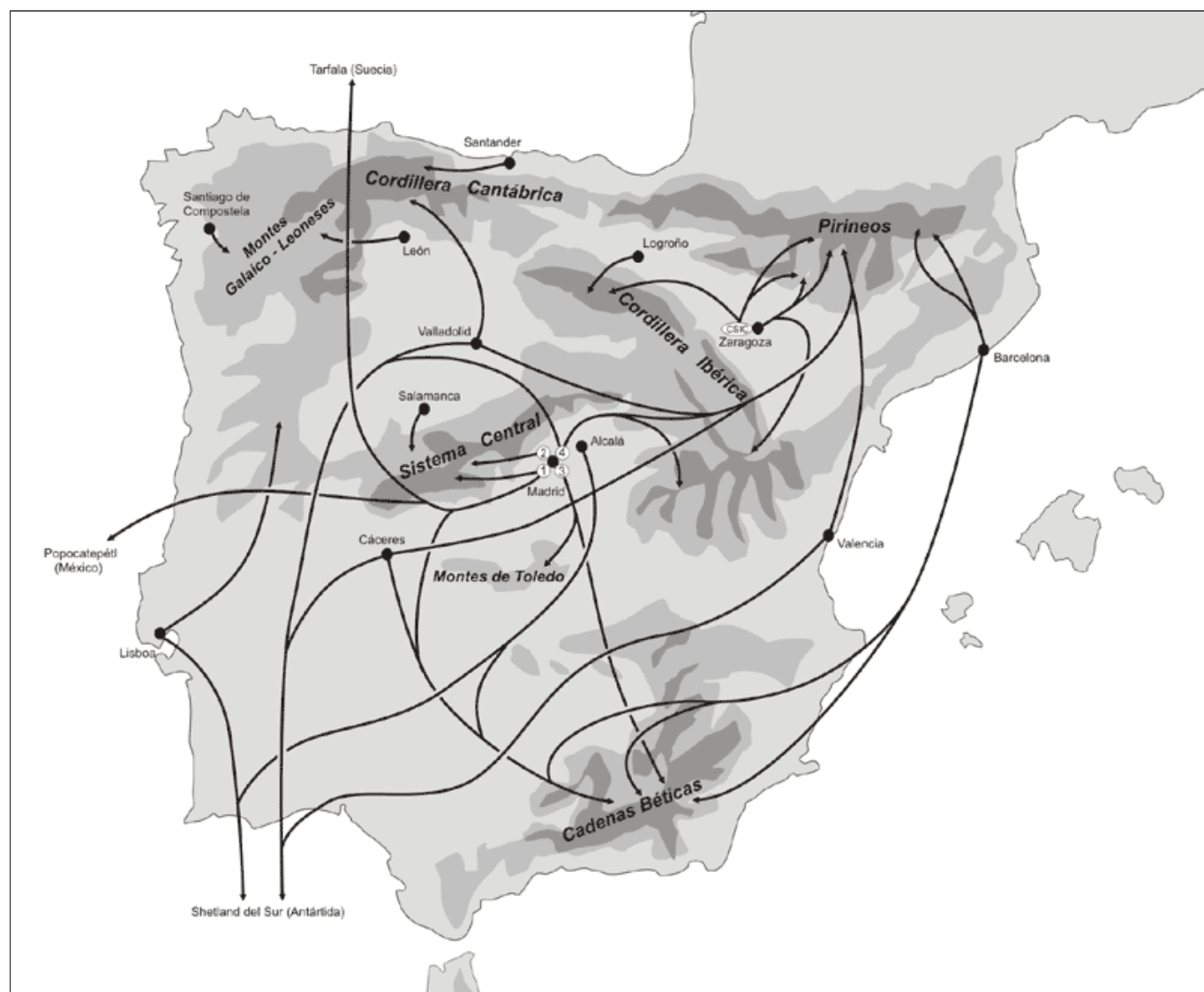
### Perfil y procedencia de los autores

Acerca del perfil y procedencia de los autores hay que reseñar que la casi totalidad son geomorfólogos cuaternaristas y dentro de ellos predominan los geógrafos, seguidos de geólogos. También es relevante la presencia de físicos y edafólogos y, recientemente, la de cartógrafos y geodestas.

Resulta un hecho de interés en la autoría de los trabajos el escaso número de aportaciones firmadas por un solo autor. De los 62 registros esto sólo se cumple en siete ocasiones (2, en 1997; 1, en 1999; 1, en 2001; 3 en 2003), pues el resto corresponde a grupos, lo que viene a mostrar que la producción científica se afronta desde equipos de trabajo más o menos consolidados movidos por intereses científicos comunes y que, por lo general, centran atención preferente en determinados ámbitos geográficos y temáticas (tabla 5 y figura 1). También señalar de estos 62 trabajos que en 50 ocasiones todos los firmantes son españoles. La participación extranjera se cumple en 12 casos (Portugal, Francia, Reino Unido, USA, Noruega, México) y de ellos, en 4 títulos, resulta total. En cuanto a la procedencia de las firmas españolas existe una predominancia de Departamentos Universitarios (Geografía, Geología, Física, Edafología, Ingeniería del Terreno, Ingeniería Geológica, Medio Ambiente, Fotogrametría, etc.), seguida de Centros de Investigación del CSIC y de diferentes organismos de la Administración pública. Muy puntualmente aparecen empresas privadas.

**Tabla 5. Grupos de trabajo consolidados, áreas geográficas y tendencias temáticas preferentes**

<i>Grupo de trabajo</i>	<i>Área geográfica preferente</i>	<i>Predominancia de temas tratados</i>
Grupo de Zaragoza	Pirineo Central, Prepirineo Central, Sistema Ibérico (ramal sur)	Derrubios estratificados. Catalogación de procesos y formas. Cronología.
Grupo del CSIC (Jaca-Zaragoza)	Pirineo Central, Prepirineo Central, Sistema Central (ramal norte)	Derrubios estratificados. Zonación de procesos y formas. Cronología
Grupo de Madrid (Complutense I)	Sistema Central, Tarfala (Suecia). Popocatepétl (México)	Morfodinámica nival. <i>Debris flows</i> . <i>Prevención de lahares</i> .
Grupo de Madrid (Complutense II)	Sistema Central	Catalogación de formas. Cronología
Grupo de Madrid (Complutense III)	Sierra de los Filabres, Montes de Toledo-Meseta sur	Derrubios de ladera
Grupo de Madrid (Autónoma)	Cordillera Ibérica ramal castellano	Derrubios de ladera. Cronología
Grupo de Santiago de Compostela	Macizos gallegos	Catalogación de formas y zonación altitudinal. Cronología
Grupo de Barcelona	Sierra Nevada, Pirineo Oriental, Andorra, SE. Península Ibérica	Monitorización de procesos. Zonación altitudinal. Glaciarismo histórico
Grupo de Valladolid	Pirineo Central, Cordillera Cantábrica	Catalogación de formas. Zonación altitudinal. Glaciarismo histórico
Grupo de Alcalá de Henares-Lisboa	Shetland del Sur (Antártida)	Termicidad capa activa
Grupo de Cantabria	Picos de Europa	Termometría y modelados
Grupo de León	Montes de León	Glaciares rocosos heredados
Grupo de Lisboa	Norte de Portugal, Estrela	Catalogación de formas. Termicidad del suelo
Grupo de Barcelona-Madrid (Complutense I)-Alcalá de Henares-Cáceres	Sierra Nevada	<i>Permafrost</i> y formas asociadas. Control glaciar rocoso. Termicidad del suelo. Morfodinámica nival
Grupo de Valladolid-Madrid Autónoma-Cáceres-Valencia	Pirineo Central, Shetland del Sur (Antártida)	<i>Permafrost</i> . Catalogación de formas. Control glaciares rocosos. Aludes



**Figura 1.** Grupos de trabajo y áreas geográficas preferentes de estudio.

### Perspectivas de futuro. IPA e IPA-España

El creciente desarrollo de la actividad científica periglacial en España no es un caso aislado con respecto a Europa; por el contrario, en la mayoría de los países europeos se está detectando una auténtica revolución técnica en la investigación y monitorización de procesos fríos y en el tratamiento metodológico de los datos. Europa ha pasado de ser un continente marginal en el conocimiento científico sobre la distribución actual y reciente del *permafrost* y la dinámica periglacial en sus montañas, para llegar a ocupar un primer puesto en las tareas de investigación, tanto por el número de sus publicaciones, como por la calidad y depuración de sus métodos y técnicas científicas.

Una muestra de ese gran paso adelante que está dando la comunidad científica europea dentro de la temática periglacial fue la celebración de la *1ª Conferencia Europea de Permafrost*, en Roma, del 26 al 28 de marzo de 2001. La conferencia reunió a más de 150 científicos de la mayoría de los países europeos, incluida una amplia representación de las comunidades científicas de los antiguos países del este. Un análisis de dicha conferencia permite detectar las principales corrientes e intereses en la marcha de la investigación periglacial en Europa (Harris, 2001).

Dentro de la propia Asociación Internacional de Permafrost, el peso de la comunidad científica europea es también cada vez más destacada. Hasta el año 1998, ningún puesto del comité directivo había sido ocupado por un científico europeo, a excepción de aquellos otros rusos, cuya principal área de investigación estaba centrada principalmente en la distribución del *permafrost* en el continente asiático. En la actualidad, uno de los dos vicepresidentes es europeo, el profesor D. Wilfried Haeblerli (Suiza); uno de los tres vocales es también europeo, el profesor Dr. Truls Molmann (Noruega) y la secretaria también la ocupa una científica europea, la Dra. Hanne H. Christiansen (Dinamarca). Es decir, de 7 miembros del comité directivo, 3 son europeos con áreas de investigación dentro de Europa. Este hecho refleja el importante peso de los países europeos entre los grupos nacionales que conforman la red de miembros del IPA. En la actualidad, de un total de 23 países, 14 pertenecen al continente europeo (sin contar Rusia): Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Holanda, Italia, Noruega, Polonia, Reino Unido, Suecia y Suiza. Además, los únicos tres miembros individuales de la asociación son europeos.

Entre los coordinadores de los siete grupos de trabajo que existen en la Asociación (*permafrost* y cambio global, ingeniería y *permafrost*, *permafrost* litoral, procesos y ambientes periglaciares, criosuelos, erosión litoral y *permafrost* en el Hemisferio Sur)



podemos encontrar europeos no rusos. Más significativo es el hecho de que los tres coordinadores de los tres grupos especiales recientemente constituidos dentro de la Asociación (dinámica de los glaciares rocosos, modelización del *permafrost* en montaña, geoquímica del *permafrost*), sean científicos europeos.

La manifestación más clara del creciente peso que la comunidad científica europea está adquiriendo dentro de IPA es la organización de la próxima Conferencia Internacional sobre Permafrost, a celebrar en Zurich del 21 al 25 de julio de 2003, la primera vez que la asume un país europeo no ruso. En esta Conferencia se presenta como candidato para ocupar la Presidencia un científico europeo no ruso, el profesor Dr. Wilfried Haeblerli. Su nombramiento supondría que el nuevo empuje de la comunidad científica europea habría roto una tradición, pacto no escrito, vigente desde la fundación de IPA, donde la Presidencia se alternaba entre personas pertenecientes a los cuatro países donde la extensión del *permafrost* es más marcada: Estados Unidos, Canadá, Rusia y China.

En resumen, los importantes cambios detectados en la organización de IPA están reflejando la creciente calidad y peso científico que está adquiriendo la actividad europea, centrada, principalmente, en áreas de alta montaña. Esta actividad ha conseguido mostrar la importancia del *permafrost* y de los procesos periglaciares de montaña, antes prácticamente olvidados por la Asociación, centrada casi exclusivamente en el *permafrost* y periglacialismo continental.

El reflejo de esta actividad científica europea no solamente afecta al IPA, sino a numerosas redes científicas y de transmisión de datos, donde el peso europeo es cada vez mayor. Los científicos europeos se están incorporando a la creciente tendencia mundial de organizar redes de transmisión de datos, de tal manera que la información obtenida en Europa se pueda contrastar de forma casi inmediata con la obtenida en cualquier otra área de la Tierra. En este sentido es muy importante destacar el creciente peso que los europeos tienen en la recién creada GLOBAL TERRESTRIAL NETWORK PERMAFROST (GTN-P), una red internacional que trata de englobar todos los datos obtenidos en el mundo sobre la temperatura del suelo en áreas de *permafrost* y suelos congelados estacionalmente (Barry & Brown, 2001). Esta red está coordinada con las dos grandes redes mundiales existentes para la transmisión de datos climáticos y terrestres, es decir, la GLOBAL CLIMATIC OBSERVATORY SYSTEMS (GCOS) y la GLOBAL TERRESTRIAL OBSERVATORY SYSTEMS (GTOS). Los datos que las tres redes están aportando suponen una valiosa información a la base de datos de GLOBAL GEOCRYOLOGICAL DATABASE (GGD). Esta base publicó en el año 2001 una nueva versión de CAPS (CIRCUMPOLAR ACTIVE LAYER DATA SYSTEM) en dos CDs. En la actualidad se está preparando una nueva versión, principalmente enriquecida con una abundante información procedente de grupos de investigación europeos. Entre esa información, destacan los datos obtenidos por el proyecto PACE desde 1999 hasta el 2001 en seis áreas de montaña europeas. La nueva versión de CAPS será presentada en la próxima conferencia de IPA en Zürich.

Dentro de los grandes hitos del desarrollo de la investigación periglacial y sobre *permafrost* en Europa, hay que incluir la positiva finalización del primer proyecto europeo sobre el estudio del *permafrost*, el proyecto *Permafrost and climate in Europe* (PACE), financiado por la Unión Europea (contrato ENVCT97-0492). El proyecto tenía como finalidad:

- a) Establecer una red de monitorización del impacto del cambio climático en las montañas europeas.
- b) Desarrollar métodos de cartografía y modelización de la distribución de *permafrost* en las laderas de las montañas y predecir posibles modificaciones en esa distribución.
- c) Aportar un nuevo método de prevención de catástrofes naturales relacionadas con la degradación de *permafrost*.

Al final del proyecto se habían perforado 8 sondeos de más de 100 m en roca madre en áreas de *permafrost* o próximas, en latitudes que oscilan entre los 78°N y los 37°N. Cada sondeo está siendo monitorizado por una cadena de sensores de temperatura automáticos. Otros 8 sondeos de profundidades que oscilan entre los 2 y 20 m están localizados en lugares próximos a los anteriores, pero perforan formaciones sedimentarias. En las bocas de cada uno de los sondeos profundos está en funcionamiento una estación meteorológica completa. Prolongadas campañas de campo permitieron aplicar una variada gama de técnicas geofísicas como: resistividad geoelectrica, transectos sísmicos y acústicos y radiometría.

El proyecto ha supuesto, especialmente, un importante avance en el desarrollo de la elaboración de modelos numéricos sobre las interacciones entre la atmósfera, la capa activa y el *permafrost*. Los modelos se han aplicado a la extrapolación de datos puntuales en Modelos Digitales del Terreno a través del uso de Sistemas de Información Geográfica. Por otro lado, una gran variedad de experimentos de laboratorio han desarrollado diversos modelos analógicos que han permitido establecer criterios de estabilidad de laderas, aplicables a la prevención de procesos de ladera catastróficos. Más de 120 publicaciones científicas en revistas, 3 números monográficos de revistas internacionales, 3 libros, la organización de un congreso internacional y 5 tesis doctorales realizadas, han supuesto un claro impacto del proyecto en la comunidad científica internacional. Especial resonancia ha tenido el libro monográfico sobre los métodos geofísicos para la detección de *permafrost* en áreas de montaña (Hauck, 2001), pionero en su temática, donde se muestra la diversidad de técnicas geofísicas y múltiples casos prácticos, sumamente útiles para su aplicación en otras áreas de alta montaña.

La Unión Europea ha permitido que el trabajo del proyecto PACE se pueda continuar y asentar, al aprobar recientemente la financiación de una red de intercambio de información y de organización de reuniones de trabajo denominada *Permafrost and Climate in Europe in the 21st Century* (PACE 21). La red podrá admitir a todos los grupos de trabajo europeos cuya actividad este centrada en el estudio y monitorización del *permafrost*. La red pretende ser en el futuro un nuevo elemento de coordinación de la actividad investigadora en *permafrost*, centro de intercambio de toda la información obtenida sobre la monitorización y foco de nuevas iniciativas en el desarrollo de la investigación periglacial. El coordinador de la red es el Prof. Dr. Charles Harris (Universidad de Cardiff) y en el comité ejecutivo de la red están presentes miembros de las universidades de Dundee (Reino

Unido), Zürich (Suiza), Oslo (Noruega), Guisen (Alemania), Madrid-Complutense (España), Roma (Italia) y Estocolmo (Suecia).

Este impresionante desarrollo de la actividad científica europea en el campo del estudio del *permafrost* y del periglacialismo ha seguido unas directrices muy concretas y supone un aporte muy específico al desarrollo de la ciencia. Estas características se pueden resumir en los siguientes puntos:

a) La comunidad científica europea ha rescatado del olvido la existencia de *permafrost* de montaña y la existencia de los procesos periglaciares activos en estos ámbitos. De hecho, ha puesto de manifiesto que, aunque con una extensión superficial que se puede considerar ínfima, menos del 3% de la superficie terrestre afectada por suelo helado permanentemente, las áreas con *permafrost* actual o reciente en montaña destacan por su importancia en la prevención de riesgos naturales y por su extraordinaria sensibilidad al cambio climático. Su estudio ya se considera indispensable si se quiere conocer la evolución climática holocena y si se quiere predecir las consecuencias del presente calentamiento global en áreas de montaña.

b) Un aspecto fundamental en el desarrollo científico europeo está siendo la mejora y precisión de las técnicas e instrumentos de monitorización y experimentación del *permafrost* y de la dinámica periglacial. Este hecho se está manifestando en la perforación de sondeos térmicos en localidades claves, en la monitorización del suelo y en la aplicación de cada vez más complejas y precisas técnicas de prospección geofísicas y geotécnicas del suelo. Especial importancia se está dando a la monitorización microclimática, con el uso de estaciones meteorológicas de alta precisión. Además, el desarrollo de nuevos centros experimentales están permitiendo simular las condiciones del *permafrost* y de la capa activa en el laboratorio. Fruto de esta especialización las propias universidades están diseñando nuevos instrumentos que están adquiriendo un reconocido prestigio por su eficacia y resistencia. Este es el caso, por ejemplo, de los termómetros del suelo automáticos UTL, diseñados por el Departamento de Geografía de la Universidad de Berna, de estaciones meteorológicas automáticas compactas, resistentes a condiciones extremas, diseñadas por el Departamento de Geografía de la Universidad UNIS, o cámaras digitales automáticas, de gran duración y resistencia, diseñadas por el Departamento de Geografía de la Universidad de Copenhague. Entre los nuevos laboratorios experimentales en dinámica periglacial destacan los de las universidades de Dundee y Cardiff, que están aplicando la experimentación en aceleración centrífuga para rebajar la escala espacio-temporal en la sucesión de procesos de ladera relacionados con el *permafrost*.

c) El otro pilar de la revolución científica europea en el campo del *permafrost* y la dinámica periglacial está siendo la aplicación de métodos estadísticos para la elaboración de modelos numéricos. En la actualidad, se suceden de año en año propuestas de nuevos modelos basados en la interrelación de cada vez más variados parámetros, como son los climáticos, de temperatura del suelo (BTS), geofísicos, cubierta vegetal, topografía y cubierta nival. Su aplicación en Sistemas de Información Geográfica permite la extrapolación de datos puntuales a partir de amplias superficies. A partir de esta aplicación se pueden obtener mapas de distribución de *permafrost*, de procesos activos, y ensayos acerca del control del cambio climático y simulación de situaciones pasadas o predicción de reacciones ante posibles tendencias futuras de cambio climático. Desde principios de los años 90, cuando se comenzó a desarrollar el método, precisamente desde Europa, las propuestas se han ido perfeccionando y, a la vez, complicando (Hoelzle et al. 2001; King et al. 1992). El grupo de investigación del ETH de Zúric y el Departamento de Geografía de la Universidad de Oslo son pioneros en este campo. En estas respectivas escuelas se han formado multitud de estudiantes que ahora aplican y mejoran los modelos desde diferentes universidades europeas.

El futuro de la investigación en ambientes periglaciares en España debe continuar con las líneas de estudio ya asumidas pero sería muy conveniente introducirse paulatinamente las directrices marcadas por los grupos pioneros europeos y, en general, por la corriente científica internacional. En tal sentido, y a pesar de la restricción de los procesos fríos y escasa presencia de *permafrost* en nuestras montañas, la singularidad mediterránea de ellas podría aportar nuevos datos en la regionalización de los medios fríos. Las actuaciones podrían resumirse en los siguientes puntos:

a) La formación de una red de intercambio de información entre los distintos grupos de investigación en España. En este campo el grupo IPA-España tiene una tarea importante que cumplir. El propio VI Programa Marco de la Unión Europea, que está empezando este año, trata de promover las redes de intercambio científico lo más amplias posibles. El Programa Nacional de Investigación, a través de su convocatoria de Acciones Especiales, apoya la creación de este tipo de redes científicas.

b) El establecimiento de áreas de monitorización en puntos clave de las montañas españolas que apliquen técnicas y protocolos semejantes para facilitar el contraste entre la información y el tratamiento de datos. La brevedad e inseguridad de los proyectos de investigación y el corto presupuesto de los centros científicos y universidades impide asegurar la necesaria continuidad, imprescindible para la eficacia de la investigación. Sin embargo, la práctica totalidad de áreas de montaña de interés científico se encuadran dentro de la gestión de Parques Naturales o Parques Nacionales. Creemos que han de ser estas instituciones las que aseguren y den continuidad a las investigaciones, hasta el punto de considerarlas prioritarias. En tal sentido el grupo IPA-España, como institución nacional, debería jugar un cometido relevante ejerciendo la debida concienciación ante tales Organismos. La creación de una red de intercambio de información sería un paso positivo y facilitaría la tarea de manera considerable.

c) Las escasas perspectivas de futuro que ofrece el mercado laboral dentro de las instituciones encargadas en España de la investigación están reduciendo drásticamente el número de jóvenes investigadores en todas las materias y de forma muy sensible en aquellas relacionadas con las áreas de alta montaña. Sin embargo, hay campos de la investigación o la técnica donde la formación adquirida de los especialistas o doctorandos puede resultar muy útil en la capacitación para el mercado laboral. Tal es el caso de los modelos estadísticos a los Sistemas de Información Geográfica. En la investigación española en áreas periglaciares hace falta una nueva generación de jóvenes investigadores que desarrollen la modelización de los procesos fríos de las montañas mediterráneas. Esta nueva generación, en caso de no encontrar acomodo en los centros de investigaciones estatales, al menos habría adquirido una excelente preparación profesional muy válida para ser aplicada en la empresa o en la administración.

También aquí IPA-España tiene una importante papel que asumir en un futuro en la promoción de cursos y actividades de formación en este campo.

En nuestra opinión, y ya como conclusión, el grupo IPA-España tiene por delante una triple tarea: a) la creación de una red de intercambio de información; b) la promoción de una red de áreas monitorizadas en alta montaña que siga los mismos protocolos de actuación; c) la formación de jóvenes investigadores en la aplicación de modelos numéricos en Sistemas de Información Geográfica. Sólo desde estos planteamientos y objetivos nos podremos aproximar más al objetivo de la institución IPA-España que no es otro que el facilitar un conocimiento de la peculiaridad de la alta montaña mediterránea y de los procesos que la modelan.

## Referencias bibliográficas

Asensio Amor, I. & González Martín, J. A. Presencia de materiales detríticos ordenados (grèze litées) en el valle del Tajuña (Caravana-Villarejo de Salvanes). *Estudios Geológicos*, 1974., XXX, p. 69-73.

Barry, R & Brown, J. Data, Information and Communications. *Frozen Ground*, 2002,26, p. 8-9.

Brosche, KU. Formas actuales y límites inferiores periglaciares en la Península Ibérica. *Estudios Geográficos*, 1978, 151, p. 131-161.

Bullón Mata, T. Los fenómenos periglaciares de la Mujer Muerta (Sierra de Guadarrama). In *V Coloquio de Geografía*. Granada: 1977, AGE-Universidad de Granada, p. 35-40.

Calvo Cases, A. *Geomorfología de laderas en las montañas del País Valenciano*. Valencia: Edicions Alfons El Magnànim. Institució Valenciana d'Estudis i Investigació, 1978

Creus, J. & García Ruiz, JM. Observaciones sobre soliflucción en el alto valle del río Gállego. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 1977, 6, p. 57-64.

Dresch, J. De la Sierra Nevada au Grand Atlas, formes glaciaires et de nivation. *Melanges de geographie et d'orientalisme offerts a E.F. Gautiers*. Tours: 1937, p. 194-212.

Floristán, A. *El modelado periglacial*. Zaragoza: Departamento de Geografía Aplicada del CSIC, 1953.

García Rossell, L. & Pezzi, M. Análisis de depósitos periglaciares en el sector central de las Cordilleras Béticas (Andalucía) In *V Coloquio de Geografía*. Granada: AGE-Universidad de Granada, 1977, p. 99-107.

García Ruiz, JM. *La producción científica de la Geomorfología española y su impacto a través de las publicaciones periódicas*. Zaragoza: CSIC-SEG, 1999

García Sainz, L. Morfología glaciar y periglacial de la región de la Noguera (cuenca Cinca-Segre). *Boletín de la Sociedad Geográfica Nacional*, 1935, 54, pp. 64-110.

Ginés, A. & Mateu J. Fenómenos de clima frío en el Alt Maestrat. *Trabajos del Neógeno Cuaternario*, 197, 6, p. 93-103.

Gómez Ortiz, A. & Serrat, D. Las formaciones geométricas periglaciares de los altos niveles del Pirineo Oriental. *V Coloquio de Geografía*. Granada: AGE-Universidad de Granada, 1977,p. 75-81.

Gómez Ortiz, A. *Estudio geomorfológico del Pirineo catalán: morfogénesis glacial y periglacial de los altos niveles y vertientes meridionales de los macizos de Calmquerdós, Tossa Plana de Llès y Port Negre (Cerdanya-Alt Urgell)*. Barcelona: Tesis doctoral. Departamento de Geografía. Universidad de Barcelona, 1980.

Gómez Ortiz, A. & González Martín, JA. Geomorfología periglacial: desde una visión histórica hacia nuevas perspectivas. In M. Gutiérrez Elorza & J.L. Peña Monné (Eds.) *Perspectivas en Geomorfología*. Zaragoza: SEG, 1988, p. 79-94.

Gómez Ortiz, A. & Palacios Estremera, D. La investigación española sobre geomorfología de regiones frías. Áreas geográficas, estudios actuales y resultados. *Revista de Geografía*, XXIX, 1995, vol. 1,p. 7-19.

Gómez Ortiz, A. & Pérez González, A. (Eds.). *Evolución reciente de la Geomorfología española (1980-2000)*. SEG y Servei de Paisatge de la UB. Logroño: Geoforma, 2001

Gómez Ortiz, A.; Martí Bono, C.E. & Salvador Franch, F. Evolución reciente de los estudios de geomorfología glaciar y periglacial en España (1980-2000). In A. Gómez Ortiz & A. Pérez González (Eds.). *Evolución reciente de la Geomorfología española (1980-2000)*. SEG y Servei de Paisatge de la UB. Logroño: Geoforma, 2001

González Martín, JA. Rasgos generales del periglacialismo de la Península Ibérica y áreas insulares: introducción y dominio atlántico. *Lurralde*, 7, 1984, p. 23-81.

- González Martín, JA. Rasgos generales del periglacialismo de la Península Ibérica y áreas insulares: dominio pirenaico y dominio subtropical de las Islas Canarias. *Munibe*, 1986, 38, pp. 133-154.
- González Martín, JA. & Pellicer, F. Rasgos generales del periglacialismo de la Península Ibérica II. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 1988, 14, vol.1-2, pp. 23-80.
- Gutiérrez, M. & Peña Monné, JL. Los glaciares rocosos y el modelado acompañante en el área de la Bonaigua (Pirineo de Lérida). *Boletín Geológico y Minero*, 1981, 92, p. 101-110.
- Gutiérrez, M. & Peña Monné, JL. Karst y periglacialismo en la Sierra de Javalambre (provincia de Teruel). *Boletín Geológico y Minero*, 1975, 86, p. 561-572.
- Hamelin, L.E. Matériaux de géomorphologie périglaciaire dans l'Espagne du Nord. *Revue de Géographie des Pyrénées et du Sud Ouest*, 1958, vol.25, p. 241-256.
- Harris, C. (Ed.). 1<sup>st</sup>. European Permafrost Conference. *Permafrost and Periglacial Processes*. Special Issue, 2001, 12 vol.1.
- Harris, C PACE 21. *Frozen Ground*, 2001, 25, p. 39.
- Hauck, C. *Geophysical methods for detecting permafrost in high mountains*. Zurich: ETH, 2001.
- Hempel, L. Límites altitudinales geomorfológicos en Sierra Nevada. *Estudios Geográficos*, 78, 1960, p. 81-93.
- Hoelzle, M.; Mittaz, C.; Etzelmüller, B. & Haeberli, W. Surface energy fluxes and distribution models of permafrost in European Mountain areas: an overview of current developments. *Permafrost and Periglacial Processes*, 2001, 12, p. 53-68.
- Höllermann, P. *Zur Verbreitung rezenter Periglacialer Kleinformen in den Pyrenäen und Ostalpen*. Gotinga, 1976.
- Höllermann, P. Soil movements in the subtropical mountain environment of Higt Tenerife (Canary Islands). *Colloque sur le périglaciaire d'altitude du domaine méditerranéen et abords*, 1978, p. 91-112.
- King, L.; Gorbunov, A.P. & Evin, M. Prospecting and mapping of mountain permafrost and associated phenomena. *Permafrost and Periglacial Processes*, 1992, 3, p. 73-81.
- López Bermúdez, F. *La vega alta del Segura. Clima, hidrología y geomorfología*. Murcia:Departamento de Geografía. Universidad de Murcia, 1973
- Llobet, S. Materiales y depósitos periglaciares en el macizo del Montseny. *Revista de Geografía*, 1975, vol.9, p. 35-58
- Marco Molina, JA. Derrubios estratificados en la Sierra de Aitana, Alicante (España). *Eria*, 2001, 51, p. 79-92.
- Messerli, B. *Beiträge zur Geomorphologie der Sierra Nevada (Andalusien)*. Zurich: Juris Verlag, 1965
- Martí Bono, C. & González Martín, JA. Nota sobre algunos depósitos coluviales del Alto Aragón. *III Reunión Nacional del GETC*, 1979, p. 199-207.
- Martínez de Pisón, E. & Muñoz Jiménez, J. Observaciones sobre la morfología del Alto Gredos. *Estudios Geográficos*, 1972, 129, p. 3-103.
- Morales, A.; Martín, F. & Quirantes, F. *Formas periglaciares en Las Cañadas del Teide*. Santa Cruz de Tenerife: Aula de Cultura, 1977
- Pedraza Gilsanz, J. *Estudio geomorfológico de la zona de enlace entre las Sierras de Gredos y Guadarrama (Sistema Central Español)*. Tesis doctoral. Madrid: Facultad de Geología. Universidad Complutense de Madrid, 1878
- Pellicer Corellano, F. El periglacialismo del Moncayo. *Geographicalia*, 1980, 7-8, p. 3-25.
- Peña Monné, JL. *Estudio geomorfológico de la Conca de Tremp y las sierras prepirenaicas leridanas entre los ríos Segre y Noguera Ribagorçana*. Tesis doctoral. Zaragoza: Departamento de Geografía. Universidad de Zaragoza, 1980
- Peña Monné, J.L. Los estudios sobre procesos de clima frío en España: balance y perspectivas. In A. Gómez Ortiz, F. Salvador Franch, L. Schulte & A. García Navarro (Eds.), *Procesos biofísicos actuales en medios fríos*. Servei de Paisatge de la Universitat de Barcelona. Barcelona, 1998, p. 43-54.
- Peña Monné, JL.; Sánchez Fabre, M. & Lozano Tena, MV. Introducción. In JL. Peña Monné, M. Sánchez Fabre, & MV. Lozano Tena (Eds.) *Procesos y formas periglaciares en la montaña mediterránea*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2000, p 1-2.
- Pérez Alberti, A. Nuevas observaciones sobre glacialismo y periglacialismo en el NO. De la Península Ibérica. La Galicia sudoriental. *Acta Geológica Hispánica*. Homenatge a L. Solé Sabarís, 1979, p. 441-444.

Rosselló, V. Clima y morfología pleistocena en el litoral mediterráneo español. *Papeles del Departamento de Geografía*. Secretariado de Publicaciones. Universidad de Murcia, 1970, p. 79-101.

Rosselló, V. (1977). Screes periglaciares en la montaña mallorquina. *V Coloquio de Geógrafos Españoles*. Granada: AGE-Universidad de Granada. Granada, 1977, p. 83-92

Serrano Cañadas, E & García de Celis, A. Presentación. In E. Serrano Cañadas & A. García de Celis (Eds), *Periglaciario en montaña y altas latitudes*. Valladolid: IPA-España y Departamento de Geografía de la Universidad de Valladolid, 2002, p. 7-10.

Sanz Herraiz, C. Morfología glacial en la Sierra de Guadarrama. El modelado de las áreas glaciares y periglaciares (Peñalara-Los Pelados). *V Coloquio de Geografía*. Granada: AGE-Universidad de Granada, 1977, p. 49-55.

Serrat, D. *Estudio geomorfológico del Pirineo Oriental (Puigmal, Costabona)*. Tesis doctoral. Barcelona: Facultad de Geología. Universidad de Barcelona, 1977.

Serrat, D. (Coord.). Catàleg de les glaceres de la Península Ibérica. *Muntanya*, 1981, p. 435-440 y 498-503.

Solé Sugañes, L. Nota sobre el límite inferior de los derrubios estratificados de vertiente (grèze litées) en el sector de Sant Llorenç de Morunys (Pirineo Oriental. Provincia de Lérida). *Acta Geológica Hispánica*, 1973, vol 8, p. 167-173.

Soutadé, G. *Modelé et dynamique actuelle des versants supraforestiers des Pyrenees Orientales*. Thèse. Bourdeaux: Université de Bourdeaux, 1978

Soutadé, G. & Baudière, A. Végétation et modelés des hauts versants septentrionaux de la Sierra Nevada. *Annales de Géographie*, 1970, 436, p. 709-736.

Tricart, J & Cailleux, A. *Le modelé glaciaire et nival*. Paris: SEDES, 1962

Tricart, J. & Cailleux, A. *Le modelé des regions periglaciares*. Paris: SEDES, 1967

Ugarte, F; González Martín, JA. & Alonso, F.. Acumulaciones detríticas cuaternarias en el valle del río Oñate (Guipúzcoa). *Munibe*, 1984, vol,36, p. 65-91.

© Copyright Antonio Gómez Ortiz, David Palacios Estremera, Ferran Salvador Franch, 2003

© Copyright *Scripta Nova*, 2003

Ficha bibliográfica:

GÓMEZ, A., PALACIOS, D. y SALVADOR, F. La investigación reciente en geomorfología periglacial en España. La labor de I.P.A. - España. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de diciembre de 2003, vol. VII, núm. 155. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-155.htm>> [ISSN: 1138-9788]



[Índice de Scripta Nova](#)

[Menú principal](#)