

## ***PERIGLACIARISMO Y PERMAFROST***

Enrique SERRANO CAÑADAS (Coordinador) ([serrano@fyl.uva.es](mailto:serrano@fyl.uva.es))  
Departamento de Geografía. Universidad de Valladolid

Si hay una disciplina atractiva por el medio en que se desarrolla la investigación, siempre espacios más o menos remotos y con fuerte contenido natural, donde la soledad y el silencio suelen estar presentes, esta es la que se realiza en los medios fríos. Los glaciares se llevan la principal parte, pero los desiertos helados, la alta montaña rocosa o la tundra son ámbitos idóneos para enfrentarse a los grandes retos de nuestra sociedad, ligados al Cambio Climático, a su impacto y adaptación, a sus recursos ecosistémicos o a la conservación de estos espacios privilegiados. Aún así, el colectivo de investigadores dedicados al estudio de los medios fríos periglaciares no es muy amplio, en una España donde estos ambientes son siempre marginales, aunque no lo fueron en el pasado, pero si es entusiasta y conocedor de que las dificultades y la soledad requieren espíritus colaborativos, la ayuda mutua y el intercambio constante de conocimientos y experiencias para enfrentarse a su quehacer investigador.

El monográfico de la revista *Polígonos* sobre *Periglaciario y Permafrost* agrupa un conjunto de aportaciones presentadas al V Congreso Ibérico de la IPA, desarrollado en Valladolid en junio de 2016, organizado por el GIR PANGAEA y el Departamento de Geografía de la Universidad de Valladolid. Los temas versan sobre periglaciario, en el sentido más laxo, incluyendo el periglaciario Cuaternario, los procesos actuales, su dinámica, distribución y estado, y el permafrost. El estudio del periglaciario y el permafrost se encuentra en la vanguardia de la investigación en Ciencias de la Tierra pues los medios periglaciares afectan a una amplia porción de la Tierra, en particular el Hemisferio Norte y las grandes montañas, donde el Cambio Global está suponiendo importantes modificaciones que afectan al medio natural, pero

también a las condiciones de vida de los pobladores y a las expectativas relativas a la explotación de recursos. En definitiva, se ocupa de un elemento geográfico de primer orden, los medios periglaciares, definidos por las condiciones frías y la presencia de hielo, sin glaciares.

Las características propias de los medios periglaciares son los cambios de estado del agua, la acción de las heladas, los suelos helados estacionales, el permafrost y la nivación. Estos ambientes forman parte de la criosfera, el sistema terrestre fundamentado en la existencia de agua en estado sólido, y por tanto contiene los procesos de congelamiento y fusión del agua, propios de los ambientes periglaciares. Los glaciares, la cubierta de nieve, el hielo estacional del suelo, el permafrost, el hielo marino, el hielo de los lagos y las cuevas heladas son los elementos que la configuran, y de ellos, excepto los glaciares y el hielo marino, los restantes atañen al periglaciario y a su estudio.

La criosfera proporciona algunos de los indicadores más útiles del Cambio Climático, sin embargo, es uno de los sistemas menos conocidos de la Tierra, y en particular la presencia de hielo en el suelo y el subsuelo. El seguimiento, mejora e integración del conocimiento de los diferentes parámetros criosféricos es esencial para evaluar, predecir y adaptarse a la variabilidad del clima y al Cambio Global, en particular por su alto valor socio-ambiental, en relación con los recursos hídricos y las actividades agropecuarias o turísticas. Por todo ello existe un amplio interés científico y social en el conocimiento de la criosfera, que se ha concretado en planes y estrategias dedicadas a su estudio y seguimiento.

Entre los elementos que componen la criosfera y caracterizan los medios periglaciares se encuentra el permafrost -o suelos permanentemente helados-, definido como el suelo que se mantiene a 0°C o por debajo de 0°C durante al menos dos años consecutivos. Este es el elemento principal de las zonas polares y la alta montaña no glaciar. Su presencia condiciona los procesos hidrológicos y la dinámica de la capa activa -la porción superficial que se congela y descongela anualmente-, donde se produce un intenso stress por la influencia térmica conjunta del subsuelo y de la atmósfera. Los ambientes con permafrost ocupan amplias porciones polares (desierto polar, tundra, bosque boreal o taiga) y de montaña, donde existen diferentes ambientes, permafrost esporádico, discontinuo o continuo, permafrost frío o templado, dependiendo de las condiciones climáticas. Estas confieren una gran diversidad al medio periglaciario, donde la capa activa y su variabilidad anual es crucial desde el punto de vista ecológico y geomorfológico. En latitudes y altitudes más bajas el permafrost desaparece y los suelos helados estacionales ocupan los espacios donde no existe permafrost. Estos, con sus ritmos e intensidad del congelamiento

también son claves para entender la evolución edáfica y los procesos geomorfológicos en amplias porciones de la Tierra con ambientes periglaciares.

En superficie el elemento de la criosfera más cambiante y variable, anual e interanualmente, es la nieve. El manto nival también es un elemento clave de los medios periglaciares, y un componente transversal de la criosfera, que introduce complejidades espaciales y temporales e influye en las aguas subterráneas y superficiales, el comportamiento físico del suelo, los flujos biogeoquímicos y la dinámica de los ecosistemas. La presencia de nieve y su desigual distribución por el transporte eólico en invierno, así como su persistencia estival determinan muchos procesos geomorfológicos. El manto nival, sobre todo en zonas frías marginales, es determinante en el régimen térmico del suelo y la disponibilidad hídrica, en su congelación temporal, estacional o permanente, en la actividad de la capa activa y en los regímenes hidrológicos. El manto nival también posee una importante incidencia paisajística en ambientes de alta montaña y polares, así como para los riesgos naturales de alta intensidad. Y además, son recursos de importancia socioeconómica que atañen a los gestores de medios de montaña y fríos. En montañas marginales, donde el permafrost, los glaciares y el hielo estacional quedan alojados en altitud, sólo la nieve posee importancia socioeconómica. Por todo ello, las observaciones del manto nival (físicas, modelizaciones) son esenciales para el estudio de la dinámica y del comportamiento geomorfológico e hidrológico de los ecosistemas, la reducción de riesgos y la gestión de recursos, así como para la implementación de observatorios ambientales o territoriales, pues los servicios ecosistémicos derivados de la presencia y la dinámica nival son vitales en los medios de montaña.

Un último elemento, muy poco conocido y valorado del hielo en el subsuelo, son las cuevas heladas. Los avances en distintas disciplinas (glaciología, karstología, geocriología) han extendido las investigaciones sobre el comportamiento endoclimático y las condiciones exteriores, y hoy día existe ya un sólido corpus científico, aunque se avanza lentamente, dadas las dificultades inherentes al medio subterráneo, y hay muchos aspectos teóricos y regionales por resolver. Entre ellos la dinámica interna de los flujos de frío, los tipos de hielo y su adscripción climática, su movimiento y deformación, edad y origen. Sin embargo, se consideran como parte de ambientes con permafrost, ya sea continuo o esporádico.

Son, pues, medios inestables, donde el agua cambia de estado y fluye, el hielo se deforma y modifica los cuerpos sedimentarios, el manto nival se transforma y modifica constantemente durante el invierno y primavera, y son medios sensibles a los cambios, con respuestas muy diversas ante los cambios

ambientales naturales o inducidos por los humanos. En alta montaña y en ambientes polares se han sucedido durante las últimas decenas de miles de años transiciones entre ambientes glaciares y periglaciares, cambios ambientales superpuestos en el tiempo y en el espacio que generan una gran complejidad espacial y ecológica. Su interés radica en la rapidez de los cambios y su variabilidad. En la actualidad, ante los procesos de calentamiento climático, las áreas más sensibles a los cambios son las zonas frías, tanto el Ártico, como la Antártida y la alta montaña. Los efectos más visibles de los cambios son la reducción de los glaciares y la menor duración del manto nival, pero estos no tienen respuestas lineales y están íntimamente relacionados con el hielo superficial y del subsuelo, por lo que se requieren investigaciones a escala local y regional centradas en los ámbitos de transición glaciar-periglacial-nival.

Sensibilidad y cambios que hacen de los ambientes periglaciares un medio de especial interés para su estudio, y en particular para conocer la criosfera terrestre, su dinámica y evolución. Los ambientes con permafrost árticos al norte del límite del arbolado disperso soportan desde hace dos o tres décadas los mayores índices de degradación. Los datos de temperatura del suelo obtenidos en 350 sondeos de la red CALM (Circumpolar Active Layer Monitoring Network), y en los registros existentes en el Ártico occidental desde la década de los 70 y en Canadá desde principios de los 90, muestran una amplia diversidad de rangos térmicos, con temperaturas medias anuales del suelo (TMAS)  $>2^{\circ}\text{C}$  en los ambientes de permafrost discontinuo, frente a TMAS entre  $-1^{\circ}\text{C}$  y  $-15^{\circ}\text{C}$  en los de permafrost continuo (SMITH *et al.*, 2010; ROMANOWSKI *et al.*, 2010). Las latitudes más meridionales y las montañas con TMAS cercanas a  $0^{\circ}\text{C}$  son ambientes muy sensibles al Cambio Climático, con degradación y reducción espacial de los ambientes con permafrost. Sin embargo, en los dominios más fríos del ártico se produce un calentamiento atmosférico más rápido, pero la respuesta del permafrost es a más largo plazo. Es también un hecho bien conocido el ascenso desde 1950 de  $3,4^{\circ}\text{C}$  en la temperatura media anual del aire y  $6^{\circ}\text{C}$  de la temperatura media de invierno en la Península Antártica, lo que ha implicado profundos cambios en las propiedades y la distribución del permafrost en la región (BOCKHEIM *et al.*, 2013). Este se encuentra en su frontera climática y es susceptible a la descongelación, lo que implica aumentos en los espesores de la capa activa, procesos de termokarst, incremento de los procesos de ladera, tales como flujos de derrubios y deslizamientos por despegue de la capa activa, así como cambios significativos en la dinámica geomorfológica, hidrológica y edáfica (VIEIRA *et al.*, 2010, BOCKHEIM *et al.*, 2013). Por el contrario, en el continente, con permafrost frío, los cambios en el permafrost son moderados, y menos importantes que los que afectan a los glaciares. La degradación del permafrost genera la liberación de

gases de efecto invernadero, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>) principalmente, que poseen importancia planetaria. Pero también los cambios hidrológicos y geomorfológicos, a escala regional o local, asociados a la degradación total o parcial del permafrost y los cambios en la capa activa suponen importantes impactos en el territorio. Las poblaciones locales y las explotaciones de los recursos naturales se deben adaptar al cambio, pero al mismo tiempo se abren posibilidades de explotación de nuevos recursos (depósitos auríferos en el permafrost, gases, petróleo, turismo).

Más al sur o en las porciones bajas de las montañas, los ambientes periglaciares definidos por la existencia de suelos helados estacionales sufren paulatinas transformaciones hacia ambientes crionivales, donde el manto nival dirige los procesos hidrológicos y geomorfológicos y no existen periodos de congelación estacional, aunque sí procesos ligados a la helada y ciclos de congelación/descongelación. En definitiva, una amplia variedad de cambios en la criosfera, que conllevan estados transicionales, y que desde una perspectiva geográfica son metaestables e implican una amplia diversidad de respuestas de los ambientes periglaciares. Ya he señalado anteriormente que se pueden establecer en el contexto del calentamiento al menos cinco tipos de transición en ambientes periglaciares, con cambios dinámicos, estructurales y paisajísticos:

- De ambientes glaciares a ambientes con permafrost.
- De ambientes glaciares a periglaciares sin permafrost y con suelos helados estacionales.
- De ambientes con permafrost a ambientes con suelos helados estacionales.
- De ambientes periglaciares con permafrost o suelos helados estacionales a ambientes crionivales.
- De ambientes periglaciares a geosistemas templados.

Cada ambiente transicional requiere de unos métodos y técnicas adecuados a su estudio, pero es necesario afrontar estas transiciones y los procesos asociados, así como las consecuencias geomorfológicas, ecológicas, territoriales o sociales que pueden comportar.

Los ambientes polares están soportando, pues, cambios muy rápidos, definidos por la degradación del permafrost y el retroceso y adelgazamiento de los glaciares, y en estos elementos se han concentrado importantes esfuerzos en investigación, que implican aportaciones locales, regionales y globales. No

sólo en aspectos naturales, también estudios de las sociedades montañosas y árticas que habitan, trabajan y se adaptan a las consecuencias de los cambios recientes. Estamos, pues, a priori, en un ámbito geográfico expuesto a numerosos cambios ambientales, sociales y territoriales. Por ello el estudio del periglaciario, en ambientes polares y de montaña, contribuye desde las diferentes escalas de trabajo a una mejor comprensión de nuestro mundo, de sus cambios y dinámicas, en particular de la geografía física de la Tierra a las escalas mencionadas.

En el marco de todo lo expuesto cobran interés las aportaciones realizadas por la investigación española a los medios periglaciares. Este monográfico trata de los aspectos relativos a procesos, formas y herencias periglaciares, así como estudios en la península ibérica, la Antártida o los Andes fueguinos. El V Congreso Ibérico del IPA fue auspiciado por IPA-España e IPA-Portugal, una agrupación libre de investigadores ibéricos reunidos en torno a la International Permafrost Association (IPA, [www.permafrost.org/](http://www.permafrost.org/)), asociación científica que hasta 2010 se organizaba mediante representaciones de diferentes países y hoy aglutina tanto a representantes nacionales como miembros individuales. Creada en 1983 para promocionar el conocimiento del permafrost, principalmente entre científicos e ingenieros soviéticos y norteamericanos, hoy cuenta con 26 miembros nacionales, entre ellos España, adherida en 1997, y Portugal, en 2005. La IPA celebra cada cuatro años una Conferencia Internacional (ICOP), que se alterna con conferencias europeas (EUCOP) y reuniones temáticas en torno a los Grupos de Acción y Grupos de Trabajo, así como la publicación del Boletín de noticias «Frozen Ground» (<http://ipa.arcticportal.org/publications/frozen-ground>) y la promoción de la revista «Permafrost and Periglacial Processes» (hoy de Wiley), donde se publican los informes de la IPA. Todo ello articula la actividad de la asociación en torno a la investigación y la difusión, dirigida por un Consejo del que forman parte los 27 estados miembros, y un Comité Ejecutivo formado por ocho miembros que dirigen la asociación.

Atendiendo a los objetivos de esta asociación, «promover la investigación sobre el permafrost y campos relacionados con él -donde el periglaciario posee un importante papel-, en las comunidades globales de científicos e ingenieros, apoyar las actividades de investigación en estas disciplinas y difundir los resultados entre gestores, administradores, el público en general y los educadores», la comunidad ibérica se reúne bianualmente desde hace veintidós años con objeto de intercambiar ideas, compartir las últimas investigaciones, coordinar actividades y grupos y relacionarse entre sí para difundir los estudios sobre periglaciario y permafrost. La valoración de dichas activi-

dades no puede ser más positiva, pues ha posibilitado el avance en la investigación en torno al permafrost y al periglaciario en el conjunto de grupos de investigación ibéricos.

Existen múltiples actividades previas a las de IPA-España en torno al estudio del periglaciario en la península ibérica, desde los años 30, cuando autores como J. DRESCH y L. GARCÍA SAINZ, se ocupan de los primeros estudios periglaciares en los momentos en que se afianza la geomorfología climática en Europa, con encuentros como la II Reunión de Estudios Geográficos (Granada, 1942), donde ya se abordan estos temas. En los 50 se amplían los estudios, tanto en España como en Portugal, con aportaciones de autores como A. GUILCHER, A.F. MARTINS, P. BARRÈRE y A. FLORISTÁN (GÓMEZ ORTIZ y VIEIRA, 2006), promovidos sin duda por las actividades del XVI Congreso internacional de la Unión Geográfica Internacional (UGI-IGU) celebrado en 1949 en Lisboa, que crea ya una Comisión periglaciaria. En España el V Congreso Internacional sobre el Cuaternario (V-INQUA), celebrado en Barcelona y Madrid en 1957, significa un empuje definitivo a los estudios en torno al periglaciario y el inicio de grupos especializados en estos temas. En este periodo se realizan estudios puntuales en torno a nuevos descubrimientos de depósitos, análisis de procesos y sobre todo las huellas del periglaciario cuaternario, pero destaca la publicación del primer manual en español (Floristán, 1957). Aún así la actividad es comedida, con un ritmo de 1,4 publicaciones anuales en seis años.

Será entre los años 60 y 70 cuando se consolidan los estudios periglaciares. Los trabajos previos (GONZÁLEZ MARTÍN, 1984, 1986; GONZÁLEZ MARTÍN y PELLICER, 1988; GÓMEZ ORTIZ y GONZÁLEZ MARTÍN, 1988; MARTÍNEZ DE PISÓN, 1994; GÓMEZ ORTIZ y PALACIOS, 1995; PEÑA, 1998; GÓMEZ ORTIZ *et al.*, 2001, 2004) muestran cifras en torno a 2,2 trabajos/año (44 trabajos en 20 años) que comprenden estudios en la costa cantábrica y portuguesa, el Sistema Central, la Cordillera Cantábrica, los Pirineos, la Cordillera Ibérica y Sierra Nevada. Si en un principio son los autores franceses y alemanes los que dominan el panorama, en los 60 ya se incorporan investigadores como L. Solé Sabarís, S. Llopis, S. Mensua, o L. García Sainz, equiparándose en los 70 las aportaciones de autores españoles, alemanes y franceses. Este hecho significa la consolidación de los estudios en torno a los medios fríos, apoyados en actividades como los congresos nacionales de AEQUA (Asociación para el Estudio del Cuaternario) en 1975 y de la AGE (Asociación de Geógrafos Españoles) en 1977, en ambos con sesiones dedicadas al periglaciario. Sesiones que tendrán continuidad en las reuniones nacionales de diferentes sociedades (AEQUA, AGE, SEG, SGE) durante los siguientes 40 años, y que permitirán

la consolidación definitiva de los estudios periglaciares entre los investigadores españoles. Esta llega en los años 80-90, primero con el desarrollo generalizado de los estudios sobre procesos periglaciares, que se compaginan con el estudio cuaternarista, ya en los 70, y más tarde mediante el estudio de la distribución espacial del periglaciario cuaternario en las montañas y litoral cantábrico y portugués, de las formas periglaciares, del modelado de laderas periglaciares, y como novedad el estudio de los procesos periglaciares actuales, iniciados en los Pirineos orientales, el Teide y Sierra Nevada. Se describen las formas y se cartografían, lo que exigirá un proceso de conceptualización de los elementos periglaciares. En los ochenta la consolidación se muestra en los trabajos y las tesis que incluyen el periglaciario, con un empuje por parte de jóvenes investigadores como A. Gómez Ortiz, D. Serrat, J.A. González Martín, J.L. Peña, J. de Pedraza, F. Pellicer, J. Arnáez, M.V. Lozano o F. Ugarte, que incluyen estudios periglaciares, cuaternaristas en unas ocasiones, y asociados a los procesos, las menos.

La expansión definitiva se producirá en los 90 y principio del s.XXI, cuando nuevas iniciativas impulsan los estudios en una corriente ya consolidada, con los conceptos afianzados e investigadores senior dedicados a estas líneas de investigación. La fundación de la Sociedad Española de Geomorfología (SEG) en 1987, que incluirá desde la primera reunión sesiones sobre periglaciario, y la celebración de las Jornadas sobre Periglaciario en Granada (SEG) en 1993 implican el impulso definitivo. En esta reunión, se trata la necesidad de agruparse para aumentar la masa crítica en torno al periglaciario y se promueve la asociación de los investigadores en el IPA-España, como miembro de la IPA a partir de 1994. Este rápido repaso sobre la investigación periglaciares permite apreciar el avance lento en seis décadas, que soportarán investigadores y grupos fundamentalmente de geógrafos y de geólogos, que en los 90 alcanzan la quincena, trabajando desde las Universidades (UAM, UB, UAH, UCM, USC, UC, UNILEON, UNIOVI, UNIZAR, ULR, UV, US, ULL) y el CSIC.

Pero la consolidación y expansión de los estudios se producirá a partir de mediados de los 90. A. GÓMEZ ORTIZ y D. PALACIOS, tras la reunión celebrada en Granada, impulsan la unión a la IPA, organizando la primera reunión de la IPA-España en Madrid, en 1994. David PALACIOS (UCM) será el primer representante español en el Consejo del IPA, promoviendo nuestra plena integración en la asociación. Desde entonces se han sucedido las reuniones bianuales (TABLA 1) que constatan la expansión de los estudios sobre periglaciario (SERRANO y GARCÍA DE CELIS, 2002; GÓMEZ ORTIZ *et al.* 2004; GÓMEZ ORTIZ y VIEIRA, 2006). Esta expansión se ha centrado en tres aspectos:



- La diversificación de temas de estudio. Se afrontan estudios sobre medios periglaciares y geomorfología cuaternarias, procesos actuales en ambientes con permafrost y sin el, en laderas de montaña, valles alpinos, la caracterización de ambientes fríos, el desarrollo y aplicación de técnicas y modelización.
- La diversidad de lugares estudiados. Hay presencia de investigadores españoles y portugueses trabajando en la península ibérica, predominantemente, así como la Antártida, donde diferentes grupos poseen ya un extenso bagaje y experiencia, el Ártico, los Andes y Marte. Esta diversificación implica una retroalimentación de experiencias para aplicar lo aprendido en unos lugares a otros, de modo que esta doblemente favorecido y el avance de conocimiento es más rápido.
- El incremento en la colaboración con grupos, redes y proyectos internacionales. La participación conjunta con instituciones y grupos internacionales ha redundado en un mayor dinamismo de los grupos ibéricos. En los informes de Frozen Ground se aprecia la participación en proyectos internacionales, grupos de trabajo de la IPA (ANTPAS, GTN-P, APPP) o grupos de acción de otras sociedades e instituciones afines (CALM, CRYOS, GTOS, NSIDC, etc).

Esta actividad se ha concretado en la organización de 12 reuniones científicas (TABLA 1), a partir de las cuales se han publicado en volúmenes o monográficos de revistas, 143 artículos en los últimos 20 años, donde se recogen los avances y aportaciones en este campo (TABLA 2). Además, los investigadores y grupos han incrementado su participación en revistas y publicaciones internacionales, por lo que se ha pasado a la decena anual de publicaciones sobre periglaciario con aportaciones de investigadores españoles. Esto hubiera podido suceder sin la existencia del Grupo Español del IPA, por la iniciativa particular de los investigadores, pero sin duda que las reuniones bianuales, la participación en las actividades del IPA y la colaboración con el grupo portugués han ayudado a descubrir nuevos temas, avanzar por ellos y consolidar una investigación más sólida y colaborativa. Entre 1994 y 2003 se organizaron seis reuniones del IPA-España, en 2005, la coincidencia con el Congreso Internacional de Geomorfología (AIG) en Zaragoza hizo posponer la reunión, pues hubo en la reunión de la AIG una sesión periglaciario, y a partir de 2007 se inician los Congresos Ibéricos del IPA, colaboración conjunta de los grupos español y portugués que ha sido sumamente fructífera para la IPA-España y para los grupos de investigación ibéricos. Desde 2007 se han realizado cinco congresos ibéricos que han ampliado el marco científico y han posibilitado el engarce con la IPA. En 2014, el grupo portugués organiza la IV

EUCOP, Conferencia Europea sobre Permafrost, importante acontecimiento que reunió en Évora a más de 250 investigadores de todo el mundo.

**Tabla 1.** Reuniones promovidas por el IPA-España e IPA Ibérico desde su constitución.

Nº	Año	Lugar	Organización Organizador	Conferencias	Trabajo de campo
<b>REUNIÓN IPA-ESPAÑA</b>					
I	1994	Madrid	UCM D. Palacios A. Gómez Ortiz	L. King (A) M. Sëppala (F)	Cordillera Ibérica Pirineos
II	1995	Santiago	USC A. Pérez Alberti	--	Sierra de Ancares
III	1997	Andorra	SdP-UB A. Gómez Ortiz	G. Soutadé (Fr) M. Baudiere (Fr) J.L. Peña (E)	Pirineos de Andorra
IV	1999	Albarracín	IET-UNIZAR J.L. Peña	L. King (A) F. Dramis (I)	Sª de Albarracín
V	2001	Potes	UVA E. Serrano	D.Vonder Mühlh (S)	Picos de Europa
VI	2003	La Granja	UCM J. de Pedraza	--	Sª de Guadarrama
--	2005	Zaragoza	Six International Conference on Geomorphology (AIG)		
<b>CONGRESO IBÉRICO DE LA IPA</b>					
I	2007	Guarda	UL G. Vieira	H.M. French (C) J. Brown (USA)	Sierra da Estrelha
II	2009	Sigüenza	UAH M. Ramos	H. Hubberten (A) F. Nelson (USA) G. Vieira (P)	Cordillera Ibérica
III	2011	Piornedo	USC M. Valcárcel	C. Thorn (RU) J. Bockheim (USA) A. Lewkowicz (C) A. Correia (P) E. Serrano (E)	Sierra de Ancares
IV	2013	Nuria	SdP-UB A. Gómez Ortiz	M. Ramos (E) P. Pina (P)	Pirineo catalán
--	2014	Évora	EUCOP4- 4th European Conference On Permafrost		
V	2015	Valladolid	UVa E. Serrano	H. Hubberten (A) A. Gómez Ortiz (E)	Alto Campoo

UCM, Universidad Complutense de Madrid; USC, Universidade de Santiago de Compostela; SdP-UB, Servei del Paisatge-Universitat de Barcelona; IET-UNIZAR, Instituto de Estudios Turolenses-Universidad de Zaragoza; UVA, Universidad de Valladolid; UL, Universidad de Lisboa; UAH, Universidad de Alcalá de Henares; A, Alemania; F, Finlandia; Fr, Francia; E, España; I, Italia; S, Suiza; C, Canadá; USA, Estados Unidos; P, Portugal; RU, Reino Unido.

FUENTE: elaboración propia.

En los últimos 20 años se ha asistido a un incremento de los estudios sobre procesos actuales, con trabajos innovadores apoyados en la aplicación de nuevas técnicas, así como el estudio de los medios periglaciares actuales mediante

el control continuo de parámetros ambientales. Si en 1997, sólo dos aportaciones (10%) eran de fuera de España, pasan a un 25% en Nuria y un 30% en Valladolid. Dominan, fuera de Iberia, las contribuciones sobre la Antártida, donde varios grupos de investigación centran sus trabajos, pero el Ártico y los Andes también están muy presentes. Desde la reunión de Sigüenza, en 2009, los estudios sobre periglacialismo en Marte son frecuentes, con grupos españoles y portugueses orientados al estudio marciano, con más peso en las comunicaciones que en las publicaciones, orientadas a las revistas internacionales. Pero estas contribuciones han significado una importante diversificación e internacionalización, promoviendo estas investigaciones conforme con lo sucedido en las reuniones internacionales de la IPA. Pero junto a esta diversidad en los lugares de estudio, los temas no sólo se han diversificado con el incremento de los procesos actuales y del permafrost. Los estudios cuaternarios han incorporado indicadores ambientales, reconstrucción del paisaje y uso de proxies, para afrontar globalmente la reconstrucción de ambientes fríos y los cambios durante el Pleistoceno y el Holoceno. La aplicación de nuevas técnicas (geomáticas, registros térmicos, geofísicas, geoquímicas, dataciones absolutas) ha sido favorecida por el intercambio de conocimientos y los contactos posibilitados por las reuniones bianuales.

Todo ello ha permitido un considerable avance en la comprensión de los procesos actuales en las montañas españolas, tanto del permafrost como la geliflujión, la crioturbación y en particular de la nivación, donde se han realizado importantes aportaciones desde grupos españoles. El conocimiento de la criosfera de la península ibérica, que hoy es más que los glaciares y heleros, aunque aún con muchos aspectos pendientes, ha conocido un impulso significativo en estos últimos 20 años. Desde la reunión de 2011 el interés por la nivación se ha acentuado, con un incremento de comunicaciones sobre la nieve, tanto en la península ibérica como en la Antártida, donde se concentran algunos de los esfuerzos investigadores coordinados con redes internacionales (GTN-P y CALM).

Pero también ha habido un avance significativo en la caracterización y delimitación de los ambientes periglaciares actuales, tanto en Sierra Nevada, a pesar de la larga tradición de estudio, como en los Pirineos o la Cordillera Cantábrica. La reconstrucción de ambientes pasados considerando las huellas periglaciares, y particularmente el uso de las formas y depósitos periglaciares como indicadores ambientales, ha constituido otra importante aportación, de interés por su relación con los estudios ambientales, arqueológicos, antropológicos o históricos, al mismo tiempo que se avanza, aquí más despacio pero apuntando como línea efectiva, en tentativas cronológicas de fases frías, no glaciares, en la península ibérica. En definitiva, existen una quincena de grupos de investigación activos trabajando en periglacialismo, nivación y perma-

frost que aglutina principalmente a geógrafos, geólogos, físicos, ambientalistas e ingenieros con proyectos en la península ibérica, los Alpes, el Ártico, la Antártida y los Andes, que intercambian ideas, métodos y técnicas, experiencias y relaciones por medio de las reuniones del IPA Ibérico desde hace ahora 22 años.

**Tabla 2.** *Publicaciones derivadas de las actividades de la IPA ibérica.*

<i>Tipo- Editorial</i>	<i>Año</i>	<i>Editores</i>	<i>Lugar</i>	<i>pp.</i>	<i>Nº</i>
<b>Título: Procesos biofísicos actuales en medios fríos</b>					
Monográfico. Publicaciones de la Universitat de Barcelona	1998	A. Gómez Ortiz F. Salvador L. Shulte A. G. Navarro	Barcelona	374	20
<b>Título: Procesos y formas periglaciares en la Montaña mediterránea</b>					
Monográfico. Instituto de Estudios Turolenses	2000	J.L. Peña Monné M. S. Fabre M.V.Lozano Tena	Teruel	350	17
<b>Título: Periglaciariismo en montaña y altas latitudes</b>					
Monográfico. Dpto. de Geografía, Universidad de Valladolid	2002	E. Serrano A. G. de Celis	Valladolid	296	14
<b>Título: Trabajos presentados en la VI Reunión de la IPA España</b>					
<i>Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (secc. Geológica), nº 99 (1-4)</i>	2004	J. de Pedraza R.M. Carrasco J.F. M. Duque	Madrid	216	17
<b>Título: InvestigaÇão Ibérica sobre ambientes fríos Plistocénicos e actuais</b>					
<i>Finisterra, Revista portuguesa de Geografia, vol. XLIV, nº87</i>	2009	G. Vieira C. Mora M.J. Alcoforado	Lisboa	147	10
<b>Título: Ambientes periglaciares, permafrost y variabilidad climática</b>					
Monográfico. Servicio de Publicaciones Universidad de Alcalá	2010	J.J. Blanco M.A. de Pablo M. Ramos	A. de Henares	204	23
<b>Título: Aportación al conocimiento de los ambientes fríos (2009-2011)</b>					
Monográfico. G.I. Ciencia do Sistema Terra, Universidad de Santiago	2015	M. Valcárcel	S. Compostela	117	5
<b>Título: Avances, métodos y técnicas en el estudio del periglaciariismo</b>					
Monográfico. Publicaciones de la Universitat de Barcelona	2014	A. Gómez Ortiz F. Salvador M. Oliva M. Salvá	Barcelona	348	26
<b>Título: Periglaciariismo y permafrost</b>					
<i>Polígonos. Revista de Geografía, nº 28</i>	2016	J. Cortizo E. Serrano	León	--	11
<b>Título: Polar environments, a changing world</b>					
<i>Cuadernos de Investigación Geográfica, t. 42 (2)</i>	2016	J.M. G. Ruíz E. Serrano	Logroño	--	12

pp., número de páginas; Nº, número de artículos.

FUENTE: elaboración propia.

Finalmente, la conexión de los diferentes grupos con entidades internacionales y su inserción en redes de investigación y proyectos supranacionales (GTN-P, CALM, ANTPAS, TSP, por ejemplo) han posibilitado avances sustanciales en la investigación periglaciario. Y no ha sido ajena a ello la actividad institucional, junto a las iniciativas particulares y de los grupos de investigación. Institucionalmente, se ha participado en las reuniones y Council Meeting de la IPA desde 1997 (Bolonía, Yellowknife, Roma, Zurich, Potsdam, Fairbanks, Longyearbyen, Salekhard, Evora y Postdam), y desde ese año se han publicado los informes del Grupo Español en Frozen Ground y en los IPA Country Reports (<http://ipa.arcticportal.org/publications/ipa-country-reports>). Esta actividad institucional ha permitido aumentar el flujo de información y permitir conectividades que se han concretado en una mayor asistencia de investigadores españoles a las Conferencias Internacionales (ICOP) y Regionales (EUCOP) de la IPA, la participación en los grupos de trabajo y la publicación en los monográficos y actas emanados de las reuniones. En las mismas se ha fomentado la participación de jóvenes investigadores, institucionalizándose los premios a las mejores comunicaciones, conectados directamente con el Red de Investigadores Jóvenes en Permafrost -PYRN- ([www.pyrn.org/](http://www.pyrn.org/)), donde la participación de jóvenes investigadores españoles y portugueses es cada día más numerosa.

En Valladolid, durante el V Congreso Ibérico del IPA se presentaron 46 comunicaciones, 20 orales y 26 en formato de póster, participando investigadores de diecinueve universidades y centros de investigación de España y Portugal. La conferencia de apertura corrió a cargo del Prof. Dr. Hans Wolfgang Hubberten (Alfred Weggenner Institut), expresidente de la IPA, sobre el tema «El calentamiento del Ártico y su impacto en el permafrost». Durante el congreso tuvo lugar el homenaje al Prof. Dr. Antonio Gómez Ortiz con motivo de su jubilación y en reconocimiento a su amplia labor en el estudio del periglaciario, así como en la promoción de la IPA en España y la organización de importantes reuniones en 1994, 1998 y 2013. El congreso se articuló en torno a cuatro sesiones científicas: Avances en investigación y técnicas en el estudio del permafrost y las zonas periglaciares polares y de alta montaña; Procesos periglaciares actuales y herencias cuaternarias en la Península Ibérica; Criosferas planetarias: investigaciones y cartografía del permafrost en Marte; y Nivación, periglaciario y manto nival: nuevas aportaciones. De estas se publican ahora once comunicaciones, dos sobre periglaciario cuaternario en la península ibérica, cinco sobre procesos actuales, dos de ellas sobre la Antártida, una sobre técnicas e instrumentación y dos sobre nieve y aludes en la península ibérica. Constituyen una visión de los trabajos recientes de los grupos españoles en los distintos campos que forman parte del itinerario descrito

más arriba y contribuyen a aumentar el conocimiento sobre periglaciario mediante investigaciones concretas.

Como editor invitado, quiero agradecer a los autores el esfuerzo por su asistencia a la reunión y la presentación de sus trabajos, así como la acogida del editor y de *Polígonos. Revista de Geografía*, poniendo a nuestro alcance todas las herramientas para una edición de calidad. También a los numerosos revisores que han contribuido a mejorar el monográfico. Las once reuniones y los diez monográficos previos han mostrado la utilidad de compartir el conocimiento y la experiencia en torno a los medios periglaciares y el permafrost. Este monográfico permite la continuidad del trabajo, animo al lector a que lea los artículos como reflexión y con ánimo crítico, y deseo que le sean de utilidad, pues la investigación sobre periglaciario y permafrost está en el camino. Y le emplazo a participar en el siguiente Congreso Ibérico de la IPA (VI-CII), en Oviedo en 2017. Allí nos encontramos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOCKHEIM, J.G., VIEIRA, G., RAMOS, M., LÓPEZ MARTÍNEZ, J., SERRANO, E., GUGLIELMIN, M., WIELM, K. y NIEUWENDAM, A. (2013): «Climate warming and permafrost dynamics on the Antarctic Peninsula Region». *Global and Planetary Change*, 100, 215-223.
- FLORISTÁN, A. (1953): *El modelado periglaciario*. Depto. de Geografía Aplicada, CSIC. Zaragoza.
- GÓMEZ ORTIZ, A. y GONZÁLEZ MARTÍN, J.A. (1988): «Geomorfología periglaciario: desde una visión histórica hacia nuevas perspectivas». En M. GUTIÉRREZ ELORZA y J. L. PEÑA MONNÉ (eds.). *Perspectivas en Geomorfología*. SEG, Zaragoza, 79-94.
- GÓMEZ ORTIZ, A. y PALACIOS ESTREMER, D. (1995): «La investigación española sobre geomorfología de regiones frías. Áreas geográficas, estudios actuales y resultados». *Revista de Geografía*, 29 (1), 7-19.
- GÓMEZ ORTIZ, A. MARTÍ BONO, C.E., y SALVADOR, F. (2001): «Evolución reciente de la Geomorfología glaciario y periglaciario en España (1980-2000): balance y perspectivas». En GÓMEZ ORTIZ, A. y PÉREZ GONZÁLEZ, A. (eds.). *Evolución reciente de la Geomorfología española (1980-2000)*. Geofoma, Logroño, 139-184.
- GÓMEZ ORTIZ, A., PALACIOS, D. y SALVADOR, F. (2004): «La investigación reciente en Geomorfología Periglaciario en España. La labor de la IPA-España». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geol.)*, 99 (1-4), 7-23.
- GÓMEZ ORTIZ, A. y VIEIRA, G. (2006): «La investigación en geomorfología periglaciario en España y Portugal. Evolución reciente y estudios actuales». *Finisterra*, 61 (82), 119-137.
- GONZÁLEZ MARTÍN, J.A. (1984): «Rasgos generales del periglaciario de la Península Ibérica y áreas insulares: introducción y dominio atlántico». *Lurralde*, 7, 23-81.

- GONZÁLEZ MARTÍN, J.A. (1986): «Rasgos generales del periglaciario de la Península Ibérica y áreas insulares: dominio pirenaico y dominio subtropical de las Islas Canarias». *Munibe*, 38, 133-154.
- GONZÁLEZ MARTÍN, J.A. y PELLICER, F. (1988): «Rasgos generales del periglaciario de la Península Ibérica II». *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 14 (1-2), 23-80.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1994): «El conocimiento del periglaciario en España». En A. GÓMEZ ORTIZ, M. SIMÓN y F. SALVADOR (Eds.). *Periglaciario en la Península Ibérica, Canarias y Baleares*. Universidad de Granada, Granada, 25-32.
- PEÑA MONNÉ, J.L. (1998): «Los estudios sobre procesos de clima frío en España: balance y perspectivas». En A. GÓMEZ ORTIZ, F. SALVADOR, L. SCHULTE y A. GARCÍA (eds.). *Procesos biofísicos actuales en medios fríos*. Universitat de Barcelona. Barcelona, 43-54.
- ROMANOWSKY, V.E., SMITH, S.L. y CHRISTIANSEN, H. (2010): «Permafrost thermal state in the Polar Northern Hemisphere during the International Polar Year 2007-2009: a synthesis». *Permafrost and Periglacial Processes*, 21, 106-116.
- SERRANO, E. y GARCÍA DE CELIS, A. (2002): «Presentación». En E. SERRANO y A. GARCÍA DE CELIS (eds.). *Periglaciario en montaña y altas latitudes*. Universidad de Valladolid, Valladolid, 7-10.
- SMITH, S.L., ROMANOWSKY, V.E., LEWKOWICZ, A.G., BURN, C.R., ALLARD, M., CLOW, G.D., YOSHIKAWA, K. y THROOP, J. (2010): «Thermal state of permafrost in North America. A contribution to the International Polar Year». *Permafrost and Periglacial Processes*, 21, 117-135.
- VIEIRA, G., BOCKHEIM, J., GUGLIELMIN, M., BALKS, M., ANDREY, A., BOELHOUWERS, J., CANNONE, N., GANZER, L., GILCHINSKY, D., GORYACHKIN, S., LÓPEZ MARTÍNEZ, J., MEIKLEJOHN, I., RAFFI, R., RAMOS, M., SCHAEFER, C., SERRANO, E., SIMAS, F., SLETTEN, R. y WAGNER, D. (2010): «Thermal state of Antarctic permafrost and active-layer dynamics: Advances during the International Polar Year 2007-2008». *Permafrost and Periglacial Processes*, 21, 182-197.