

RIESGOS NATURALES Y ANTRÓPICOS EN GEOMORFOLOGÍA

G. Benito¹ y A. Díez Herrero²

(1) CSIC-Centro de Ciencias Medioambientales, Serrano 115 bis, 28006 Madrid. benito@cma.csic.es

(2) Dpto. de Ingeniería Geológica y Minera, Universidad de Castilla-La Mancha, 45071 Toledo. andres.diez@uclm.es

RESUMEN: Este trabajo proporciona una introducción al tema central de los simposios celebrados durante la VIII Reunión Nacional de Geomorfología. Se describe el papel emergente de los estudios de los riesgos naturales y antrópicos en geomorfología, y se presenta la evolución de las temáticas de los cinco simposios celebrados, teniendo en cuenta los trabajos presentados en reuniones previas. Finalmente, se aportan algunas consideraciones y conclusiones que se extraen de los trabajos presentados, así como las perspectivas de futuro de la geomorfología de riesgos.

Palabras clave: riesgos naturales, riesgos antrópicos, Sociedad Española de Geomorfología, simposios.

Natural and human-induced hazards in Geomorphology

ABSTRACT: *This paper provides an introduction to the main subject of the symposia held at the VIII Meeting of the Spanish Geomorphological Society. The scientific background and the emergent role of the geomorphological studies on natural and human-induced hazards is described along with the proceedings contributions, broken down into the five distinct thematic sessions or symposia. Finally, the principal conclusions and future perspectives of hazards studies on geomorphology are listed.*

Key words: *natural hazards, human-induced hazards, Spanish Geomorphological Society, symposia.*

1. INTRODUCCIÓN

A medida que las sociedades evolucionan en desarrollo y bienestar, se genera una necesidad por la seguridad de bienes y personas, existiendo la demanda social de minimizar los riesgos, incluso aquéllos debidos a catástrofes naturales. Desde un punto de vista técnico, esta seguridad puede abordarse en el campo de la predicción y de la prevención. Para estos últimos, la geomorfología se ha revelado durante las últimas dos décadas como una herramienta fundamental en estudios de carácter multidisciplinar.

Las principales aportaciones de la geomorfología a la prevención y mitigación de desastres naturales provienen de la identificación y la valoración de los fenómenos catastróficos, del estudio de sus mecanismos y de la evaluación espacial y temporal de la ocurrencia del peligro natural (Corominas y Vilaplana, 2001). Entre las ventajas que presenta la geomorfología respecto a otras disciplinas dedicadas al estudio de los riesgos naturales, destaca su capacidad por identificar y caracterizar mecanismos y procesos a partir del estudio de las formas y los depósitos, lo que contribuye a la reconstrucción del evento causante de la catástrofe, incluso décadas o siglos después de que se haya producido. Esta particularidad innata de las disciplinas del ámbito de las Ciencias de la Tierra, y de la geomorfología en particular, proporciona nuevas perspectivas en el campo de la prevención y la cartografía de riesgos. De la misma manera, la incorporación en los estudios geomorfológicos de nuevos métodos de monitorización y medida de los procesos actuales, así como los nuevos avances informáticos han permitido el despegue de la geomorfología como disciplina a considerar en los estudios de prevención, planificación y mitigación de desastres naturales y antrópicos. Este auge de la geomorfología se debe, en parte, al papel desarrollado por los geomorfólogos españoles en el conocimiento de desastres naturales ocurridos recientemente y con gran trascendencia social y mediática, como la avenida del Barranco de Arás, la rotura de la presa de Aznalcóllar o los colapsos kársticos a lo largo del trazado del ferrocarril de alta velocidad Madrid-Lérida.

Los organizadores de la VIII Reunión Nacional de Geomorfología, siguiendo el formato de otras reuniones de la SEG, ha optado por la división de las sesiones de trabajo en sesiones generales y simposios temáticos. Igualmente, se pensó en la oportunidad de centrar los simposios en temas relacionados con los Riesgos Naturales y Antrópicos en Geomorfología. Definitivamente, esta elección ha gozado de buena respuesta por parte de comunidad de geomorfólogos, y prueba de ello es la presentación de los 48 trabajos que se recogen en esta monografía. Las partes en las que se divide este libro corresponden a los simposios de que consta la Reunión. En cada simposio se ha contado con la labor encomiable de dos coordinadores, encargados del proceso de revisión de los trabajos, selección y orden de exposición durante las sesiones. Estos coordinadores han actuado de moderadores durante las sesiones científicas, y han promovido la discusión entre el público asistente y los ponentes. En este sentido, agradecemos la profesionalidad de los coordinadores, su ardua labor durante el proceso de revisión por pares (*peer review*) y su capacidad por promover el debate científico.

Los simposios celebrados y sus coordinadores han sido los siguientes: (1) Eventos hidrológicos extremos y cuencas fluviales, coordinado por Ana María Camarasa y José María García Ruiz; (2) Erosión de suelos y desertificación, coordinado por Francesc Gallart y Francisco López Bermúdez; (3) Sistemas de información geográfica y teledetección aplicados al análisis de riesgos, coordinado por Rosa María Carrasco y Jorge Marquínez; (4) Riesgos asociados a los movimientos de ladera, coordinado por Francisco Javier Ayala Carcedo y Antonio Cendrero; y (5) Otros riesgos (kársticos, aludes, volcánicos y tectónicos).

2. EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS DE LOS TRABAJOS SOBRE RIESGOS PRESENTADOS A LAS REUNIONES NACIONALES DE GEOMORFOLOGÍA

2.1. Evolución del número de trabajos

El número total de trabajos publicados sobre Riesgos Naturales y Antrópicos en las ocho primeras ediciones de la Reunión Nacional de Geomorfología ha sido de 148, lo que ofrece un promedio de 18,5 trabajos publicados por reunión.

Sin embargo, esta cifra media es engañosa, ya que existe una notable diferencia entre el volumen de trabajos publicados en las presentes actas de la VIII Reunión (48) y los impresos en la VII Reunión de Valladolid 2002 (5); si bien el intervalo de oscilación en el resto de las reuniones se sitúa entre los 13 y 20 trabajos publicados. Esta notable diferencia está claramente justificada por la convocatoria de los simposios especiales sobre Riesgos Naturales y Antrópicos en Geomorfología hecha en la VIII Reunión, que ha tenido una excelente acogida entre la comunidad geomorfológica, con el envío de un total de 57 trabajos, el resto de los cuales no publicados íntegramente (nueve) serán presentados en modalidad panel, siendo editados únicamente sus resúmenes.

Este importante volumen de trabajos supone buena parte de la producción científica española en el ámbito de la geomorfología de riesgos naturales, ya que los 106 trabajos sobre riesgos publicados en las cinco primeras ediciones de la reunión (García-Ruiz, 1999) suponían el 25% de las contribuciones sobre estos temas editadas en publicaciones periódicas españolas. Esta cuarta parte de las publicaciones en forma de artículo, superaba hasta 1999 con creces a los contenidos sobre riesgos geomorfológicos en: las revistas *Avances en Geología* (37 trabajos), *Cuadernos de Investigación Geográfica* (33), y *Cuatrernario y Geomorfología* (29); las actas de los congresos de la AGE (27) y de la AEQUA (15); las monografías de la SEG (13); y la revista *Cuadernos de Geografía* (12).

2.2. Distribución temática de los trabajos

Entre los trabajos publicados sobre riesgos cabe hacer seis bloques temáticos: erosión de suelos y desertificación; avenidas, crecidas e inundaciones; movimientos de ladera; aludes de nieve; subsidencias y colapsos kársticos; y otros riesgos, donde se recogen trabajos sobre expansividad de arcillas, daños en el litoral, riesgo sísmico o estudios integrados (Fig. 1).

De estos grupos, el mayor número de trabajos se centra en erosión de suelos (67%), seguido a enorme distancia por las avenidas (16%) y los movimientos de ladera (11%). El resto de los trabajos suponen un montante casi anecdótico (6%).

Los trabajos sobre erosión de suelos, que suponen como se ha indicado las dos terceras partes del total, se centran mayoritariamente en la erosión hídrica, existiendo tan solo un trabajo sobre erosión eólica. El número de estudios sobre este tema publicados en las distintas reuniones se ha mantenido equilibrado entre las 12 y las 19 contribuciones, excepción hecha de la V y VII reuniones, donde no llegaron a la decena.

Dentro de la erosión hídrica pueden a su vez dividirse en distintos ámbitos de investigación, entre los que predominan porcentualmente: los estudios de cuencas y laderas (27%); los análisis de la respuesta hidrológica del suelo (22%); los trabajos sobre parcelas y microcuencas (11%); la incidencia de los cambios de vegetación y usos (10%); la geomorfología de elementos erosivos, las metodologías instrumentales y el estudio de los efectos de los incendios, con un 8% del total cada uno de ellos; la aplicación de ecuaciones empíricas (6%); y un único trabajo publicado sobre desertificación. Tampoco se aprecian tendencias evolutivas claras a lo largo de las ocho ediciones de la Reunión en estos ámbitos de investigación, si bien hay un apreciable descenso de los estudios sobre parcelas y microcuencas, a favor del aumento de los trabajos sobre la incidencia de los incendios; el resto de los ámbitos no presentan tendencias claras, sino fuertes altibajos según la reunión que se trate.

Los trabajos sobre avenidas, crecidas e inundaciones apenas suponen un sexto del total de los estudios sobre riesgos naturales publicados. Sin embargo, el 80 % de los mismos se

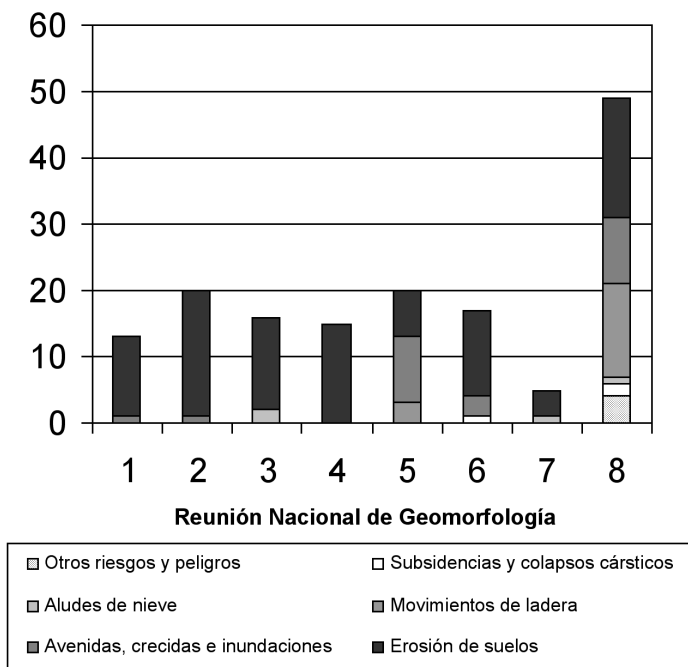


Figura 1. Distribución temática de los trabajos publicados sobre riesgos naturales en las ocho reuniones nacionales de Geomorfología.

concentran en la V y VIII reuniones, repartidos por igual entre ambas. Los tres ámbitos de estudio que concentran la mayor parte de los trabajos son, por este orden: el estudio de eventos concretos de inundación, la elaboración de mapas de peligrosidad, y la hidrología de crecidas; con menor cuantía se sitúan los estudios paleohidrológicos, las corrientes de derrumbios, y la hidráulica de crecidas. Tampoco se observan tendencias claras de la evolución del número de artículos publicados a lo largo de las reuniones, salvo la concentración en las dos citadas, en las que parece entreverse un aumento del tratamiento hidrológico-hidráulico (más abundante en la VIII reunión) del problema, en detrimento de los clásicos estudios descriptivos de los eventos (que predominan en la V reunión).

Los trabajos sobre movimientos de ladera apenas suponen una décima parte del total, y también se concentran en la V y VIII reuniones nacionales, aunque de forma desigual (82% en la última). Los temas abordados son, por este orden: elaboración de mapas de peligrosidad y susceptibilidad, seguimiento de fenómenos, estimación de frecuencia y magnitud, control meteorológico y caracterización geotécnica. Dado el escaso número y su concentración en pocas reuniones, no pueden apreciarse tendencias.

El resto de los riesgos (aludes, kársticos, expansividad de arcillas, daños en el litoral, sufusión, sísmicos, volcánicos...) han sido únicamente tratados en trabajos puntuales, que no suponen una cuantía significativa, aunque sí que son importantes cualitativamente, ya que ponen de manifiesto las amplias posibilidades temáticas en las que las técnicas geomorfológicas pueden aportar conocimientos útiles en la predicción, prevención y corrección de riesgos.

2.3. Distribución espacial de los trabajos

Por lo que se refiere a la distribución geográfica de las áreas o zonas en las que se centran los trabajos publicados en las reuniones, como es lógico, se nota un neto predominio de los estudios sobre el Estado Español (91 %), frente a los realizados en el resto de Europa (4%) y África (3%). Los estudios en regiones extranjeras siempre han estado presentes testimonialmente en las reuniones, si bien se han incrementado notablemente en las últimas dos ediciones, sobre todo con las aportaciones del Principado de Andorra.

En cuanto a la distribución por comunidades autónomas (Fig. 2), destaca el número de trabajos que se centran en Aragón (22%), seguidos por Andalucía (16%) y Cataluña (7%). En el extremo contrario se encuentran comunidades como Castilla-La Mancha, Cantabria, Madrid, País Vasco, Ceuta y Melilla, de las que apenas existe algún trabajo publicado sobre riesgos.

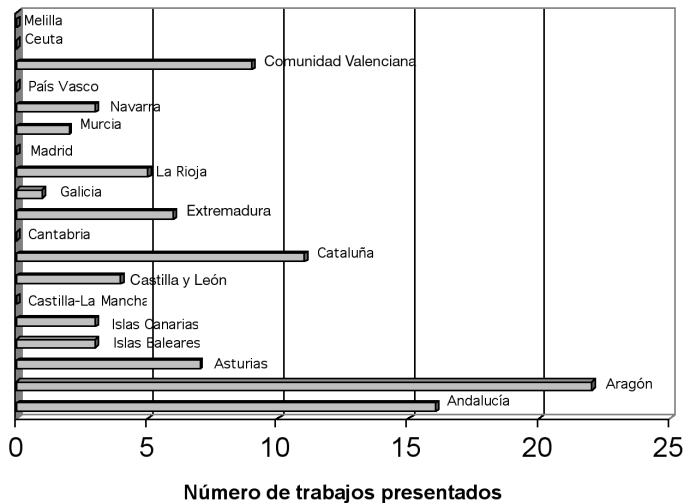


Figura 2. Distribución geográfica de los trabajos publicados sobre riesgos naturales en las ocho primeras reuniones nacionales de Geomorfología.

La aplicación del índice de densidad de artículos por cada 1.000 km² de territorio no tiene demasiado sentido dado el escaso número de publicaciones. Como es de esperar, las autonomías uniprovinciales o de reducidas dimensiones cobran protagonismo, presentando los mayores valores del índice: La Rioja (1,6), Asturias (0,7) e Islas Baleares (0,6).

Entre las comunidades autónomas que presentan un claro incremento temporal a lo largo de las diferentes reuniones en el número de trabajos sobre riesgos se encuentran Aragón y Cataluña; al contrario de lo que ocurre con la Comunidad Valenciana y Andalucía, que han disminuido notablemente las contribuciones en este campo durante las últimas reuniones.

3. TRABAJOS SOBRE RIESGOS NATURALES Y ANTRÓPICOS EN GEOMORFOLOGÍA PRESENTADOS A LA VIII REUNIÓN DE LA SEG

3.1. Eventos hidrológicos extremos y cuencas fluviales

Las crecidas y avenidas fluviales constituyen un tema clásico en las revistas del ámbito de la Geografía y en menor medida de la Geología. El interés sobre los fenómenos hidrológicos extremos se ha acentuado durante la segunda mitad de los años 90 por la sucesión de eventos catastróficos como el ocurrido el 7 de agosto de 1996, en el barranco de Arás (Biescas, Pirineo Aragonés), donde 87 personas instaladas en el camping Las Nieves, situado sobre un abanico aluvial, perdieron la vida. Este evento ha sido el desastre natural más estudiado de España (Corominas y Vilaplana, 2001), y ha incrementado el interés de los geomorfólogos en esta temática, en cuanto se ha demostrado el potencial predictivo de la geomorfología en zonas no instrumentadas, y la necesidad de realización de cartografías de riesgos en base a criterios geomorfológicos. La cartografía de las áreas inundables y el estudio de los procesos asociados a las crecidas a partir del análisis de sedimentos son las temáticas más frecuentes. Entre los trabajos presentados en Toledo existe una tendencia emergente a incluir análisis hidrológicos y climáticos de las avenidas.

3.2. Erosión de suelos y desertificación

Los estudios de la erosión acelerada del suelo y la desertificación concentran el mayor número de trabajos presentados a las reuniones de la SEG. En el caso de la Reunión de Toledo se mantiene esta tendencia, poniendo de manifiesto la preocupación de la comunidad geomorfológica española por el estudio de los procesos de erosión y su cuantificación. La actividad científica en esta temática está financiada a través de diversos programas de investigación, tanto nacionales como internacionales.

Los trabajos presentados en la reunión de Toledo pueden dividirse en tres bloques: (1) erosión, escorrentía y transporte de sedimentos a escala de cuenca o microcuenca; (2) escorrentía y producción de sedimento a nivel de parcela experimental; y (3) estudio de las propiedades de suelos y regolito en relación a los procesos de erosión.

3.3. Sistemas de información geográfica y teledetección aplicados al análisis de riesgos

La cartografía de riesgos, y en particular de los deslizamientos, ha evolucionado sustancialmente desde los estudios basados en cartografías geomorfológicas básicas hasta la utilización de análisis multivariantes, que permitan identificar el peso de los factores de susceptibilidad, y finalmente con la automatización de los análisis espaciales y su representación mediante sistemas de información geográfica y la teledetección (Corominas y Vilaplana, 2000). Estos sistemas de información constituyen herramientas eficaces y en constante renovación en el estudio de los riesgos naturales y antrópicos. Por ello, se ha considerado oportuno el desarrollo de un simposio específico donde se expusieran casos de estudio donde el empleo de los Sistemas de Información Geográfica constituyeran la base de la elaboración de la representación espacial de los riesgos naturales. La mayor parte de los trabajos presentados

en este simposio abordan el estudio de deslizamientos, caídas y movimientos de ladera en general, donde la componente del relieve y la litología constituyen la base de la delimitación de las zonas de riesgo.

3.4. Riesgos asociados a los movimientos de ladera

Los movimientos de ladera son el riesgo natural donde la expresión geomorfológica constituye la base del análisis del peligro. Los trabajos presentados a este simposio se centran en la evaluación de la estabilidad de laderas, la determinación de la frecuencia del fenómeno, la evaluación de la peligrosidad y los factores desencadenantes. Los estudios de cartografía de riesgos de deslizamiento y movimientos gravitacionales aparecen en su mayor parte incluidos en el simposio sobre sistemas de información y teledetección.

3.5. Otros riesgos: kársticos, aludes, volcánicos y tectónicos

En el estudio de los riesgos naturales y antrópicos en geomorfología no podían faltar otros riesgos como los colapsos kársticos, aludes, volcánicos y tectónicos. A pesar de las limitaciones derivadas de su localización espacial a zonas concretas del territorio, estos riesgos han ganado importancia económica y social en la última década. Entre ellos, los colapsos kársticos han presentado una gran proyección mediática debido a los problemas de hundimientos a lo largo la vía del tren de alta velocidad en el sector de Zaragoza. Sin duda, la geomorfología ha contribuido al mejor conocimiento de este tipo de riesgos relativamente frecuentes y recurrentes, aunque poco conocidos y a veces encubiertos por los propios afectados. Igualmente, se ha puesto de manifiesto la necesidad de estudios multidisciplinarios más allá de discusiones entre órganos colegiados de profesionales.

4. CONCLUSIONES

Las actas de los trabajos presentados a los simposios sobre “Riesgos Naturales y Antrópicos en Geomorfología” de la VIII Reunión Nacional de Geomorfología revelan el auge de los estudios multidisciplinarios de los desastres naturales y prevención de riesgos en el campo de la geomorfología. La geomorfología se consolida como herramienta de análisis y prevención de estos fenómenos extremos.

AGRADECIMIENTOS

Los fondos para la publicación de este libro provienen de diferentes ayudas económicas proporcionadas por el CSIC, Vicerrectorado de Profesorado de la Universidad de Castilla-La Mancha, y el Ministerio de Educación y Ciencia (Referencia BTE2002-12251-E).

REREFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Corominas, J. & Vilaplana, J.M. (2001). Aportaciones recientes de la Geomorfología a los riesgos naturales en España. En: A. Gómez Ortiz & A. Pérez González (eds.), *Evolución reciente de la Geomorfología española (1980-2000)*, Geoforma, Logroño, 353-372.

García Ruiz, J.M. (1999). La producción científica de la geomorfología española y su impacto, a través de las publicaciones periódicas. Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Zaragoza, 104 pp.