



ESPACIO, TIEMPO Y FORMA

AÑOS 2013-2014

ISSN 1130-2968

E-ISSN 2340-146X

6-7

SERIE VI GEOGRAFÍA

REVISTA DE LA FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA

UNED



ESPACIO, TIEMPO Y FORMA

AÑOS 2013-2014
ISSN 1130-2968
E-ISSN 2340-146X

6-7

SERIE VI GEOGRAFÍA

REVISTA DE LA FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/etfvi.6-7.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

La revista *Espacio, Tiempo y Forma* (siglas recomendadas: ETF), de la Facultad de Geografía e Historia de la UNED, que inició su publicación el año 1988, está organizada de la siguiente forma:

- SERIE I — Prehistoria y Arqueología
- SERIE II — Historia Antigua
- SERIE III — Historia Medieval
- SERIE IV — Historia Moderna
- SERIE V — Historia Contemporánea
- SERIE VI — Geografía
- SERIE VII — Historia del Arte

Excepcionalmente, algunos volúmenes del año 1988 atienden a la siguiente numeración:

- N.º 1 — Historia Contemporánea
- N.º 2 — Historia del Arte
- N.º 3 — Geografía
- N.º 4 — Historia Moderna

ETF no se solidariza necesariamente con las opiniones expresadas por los autores.

Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI está registrada e indexada, entre otros, por los siguientes Repertorios Bibliográficos y Bases de Datos: DICE, ISOC (CINDOC), RESH, IN-RECH, Dialnet, e-spacio, UNED, CIRC, MIAR, FRANCIS, PIO, ULRICH'S, SUDOC, 2DB, ERIH (ESF).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA
Madrid, 2013–2014

SERIE VI · GEOGRAFÍA N.º 6–7, 2013–2014

ISSN 1130-2968 · E-ISSN 2340-146X

DEPÓSITO LEGAL
M-21.037-1988

URL
ETF VI · GEOGRAFÍA · <http://revistas.uned.es/index.php/ETFVI>

DISEÑO Y COMPOSICIÓN
Sandra Romano Martín · <http://sandraromano.es>
Ángela Gómez Perea · <http://angelaomezperea.com>

Impreso en España · Printed in Spain



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

DELIMITACIÓN ESPACIAL DE LAS ZONAS PROBABLES DE SALIDA DE ALUDES EN EL MACIZO DE PEÑALARA MEDIANTE EL USO DE SIG

SPATIAL DELIMITATION OF THE POSSIBLE OUTPUT ZONES OF AVALANCHES IN THE PEÑALARA MASSIF USING GIS TECHNIQUES

J.A. Fernández-Cañadas López-Peláez¹, M. Palomo Segovia² & L. Pantoja Trigueros³

Recepción: 25/09/2014 · Aceptación: 21/11/2014

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/etfvi.6-7.0.14849>

Resumen

Las zonas de montaña presentan una exposición natural a ciertos riesgos naturales entre los que se encuentra el desencadenamiento de aludes. A pesar de que nuestro país no presenta, en general, un riesgo elevado de desencadenamiento de aludes, el número de víctimas por ellos se ha ido incrementando en las últimas décadas debido a la creciente ocupación de las áreas de montaña. Todos estos hechos hacen que el estudio y análisis de la dinámica de aludes, tanto en su vertiente espacial como temporal, presente cada vez mayor interés. En este trabajo se han analizado los aludes registrados en el macizo de Peñalara, ubicado en el del Sistema Central y se ha utilizado una metodología basada en el uso de Sistemas de Información Geográficos (SIG) para localizar áreas favorables al desencadenamiento de aludes en este macizo.

Palabras clave

aludes; SIG; nivología; Peñalara; desencadenamiento

Abstract

Avalanches are a type of natural risk that threatens certain mountain areas. Although this risk has never been very high in Spanish mountains, the number of avalanches' victims in the last decades has increased substantially due to the increasing human occupation of these areas. This is why there is a growing interest in studying avalanches' dynamics both from spatial as well as temporal points of view. This study analyses avalanches detected in Peñalara's massif, in the Spanish Central Mountain

1. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), jfernandezcanadasl@aemet.es

2. mpalomos@aemet.es

3. lpantojat@aemet.es

Range, and applies a Geographical System Information (GIS) based methodology to determine the areas that are most exposed to this type of natural risk.

Keywords

avalanches; GIS; nivology; Peñalara; unleashing

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas de montaña presentan una exposición especial a ciertos riesgos naturales. La ordenación y gestión del territorio, la construcción de infraestructuras y la planificación de actividades en áreas de montaña exigen un conocimiento cada vez mayor de los factores que generan estos riesgos, así como la utilización de una cartografía en la que aparezcan las zonas expuestas a ellos.

Desde mediados del siglo xx, la generalización de los deportes de invierno en sus distintas modalidades ha hecho que algunas zonas de montaña hayan experimentado una transformación de su uso tradicional agrario y forestal a un uso turístico. Este cambio de uso de suelo ha originado la construcción de distintos tipos de infraestructuras en estos espacios, como estaciones de esquí, refugios de montaña, hoteles, urbanizaciones y carreteras.

El desencadenamiento de aludes es uno de los peligros más frecuentes en zonas de montaña. A pesar de que nuestro país no presenta, en general, un riesgo elevado de desencadenamiento de aludes, el número de víctimas por ellos se ha ido incrementando en las últimas décadas.

Todos estos hechos hacen que el estudio y análisis de la dinámica de aludes, tanto en su vertiente espacial como temporal, presente cada vez mayor interés, y que, en los últimos años, se hayan elaborado distintos estudios sobre la incidencia de este proceso en áreas concretas y sobre los aspectos teóricos de su dinámica.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En Europa la elaboración de cartografías de aludes está atribuida, en general, a los organismos con competencias en la Ordenación del Territorio.

En España existen distintos organismos que se han ocupado de la delimitación de áreas favorables al desencadenamiento de aludes (Institut Geològic de Catalunya y la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona, en Cataluña, Instituto Geológico y Minero y Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza en Aragón y el Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio de la Universidad de Oviedo en Asturias).

Un alud es un desplazamiento rápido de una masa de nieve por la ladera de una montaña. Cuando el volumen de nieve que se pone en movimiento es pequeño y el recorrido de la nieve no es muy extenso se denominan coladas.

La probabilidad de que en un área se desencadene un alud en un momento dado depende de dos tipos de variables:

- * Variables meteorológicas y nivológicas como la precipitación, la temperatura, el viento y el estado y evolución del manto nivoso. Estas variables son independientes del terreno y sufren importantes variaciones temporales.
- * Variables relacionadas con el terreno, permanentes y susceptibles de ser cartografiadas, entre las que se encuentran la altitud, la pendiente, la morfología y la rugosidad del terreno, la vegetación existente y la orientación.

Existen numerosas clasificaciones de aludes. Según el contenido de agua líquida que contiene la nieve movilizada, los aludes se pueden clasificar como aludes de nieve seca o de nieve húmeda. Otro de los criterios de clasificación atiende a características morfológicas, clasificándolos según el tipo de salida (lineal o puntual), según el espesor del manto que se pone en movimiento (de superficie o de fondo). Otras clasificaciones están basadas en la capacidad destructiva de las avalanchas.

En este trabajo se utilizará la clasificación utilizada por AEMET basada en la establecida, en 1981, por la Comisión Internacional de Nieve y Hielo (UNESCO) que clasifica los aludes según sus aspectos morfológicos y sus factores genéticos. En esta clasificación los aludes se catalogan como:

- * Aludes de placa. Presentan una zona de salida en la que la nieve forma una placa que suele ser compacta y seca. La salida es lineal, puede ser larga y depende de la topografía del terreno.
- * Aludes de nieve reciente. La nieve que se pone en movimiento suele ser seca y fría y presenta una cohesión muy débil. La salida suele ser puntual. Se suelen desencadenar durante o poco después de las nevadas.
- * Aludes de fusión o de nieve húmeda. Se desencadenan en mantos de nieve con un alto contenido en agua líquida. La salida puede ser lineal o puntual y la elevada densidad de la nieve que se pone en movimiento hace que se puedan producir a partir con bajas, en torno a 25 grados⁴.

En este artículo se analizan las principales características de los aludes observados en el macizo de Peñalara y se realiza una cartografía de zonas favorables al desencadenamiento de aludes en este macizo a partir de la combinación de variables como la pendiente, la presencia de bosques densos, las zonas de acumulación de nieve, las orientaciones favorables a la formación de placas y la insolación potencial.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El macizo de Peñalara forma parte de la Sierra de Guadarrama que, a su vez, constituye una de las unidades que componen el Sistema Central. La línea de cumbres de esta cadena constituye, en muchos tramos, el límite entre las comunidades autónomas de Madrid y de Castilla y León (FIG. 1).

El macizo de Peñalara está incluido en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama declarado por Ley el 13 de junio de 2013.

Existen numerosos estudios que describen los aspectos geomorfológicos del macizo de Peñalara. De todos estos trabajos se puede concluir que el macizo de Peñalara constituye un ejemplo significativo de territorio cuyo relieve es el resultado de la acción de distintos procesos de tipo estructural y climático.

4. GUYOMARCH, G.: *Les avalanches*. Grenoble (Francia), Météo-France, CNRM CEN. Traducción del CMT de Aragón, La Rioja y Navarra (INM). (1996).

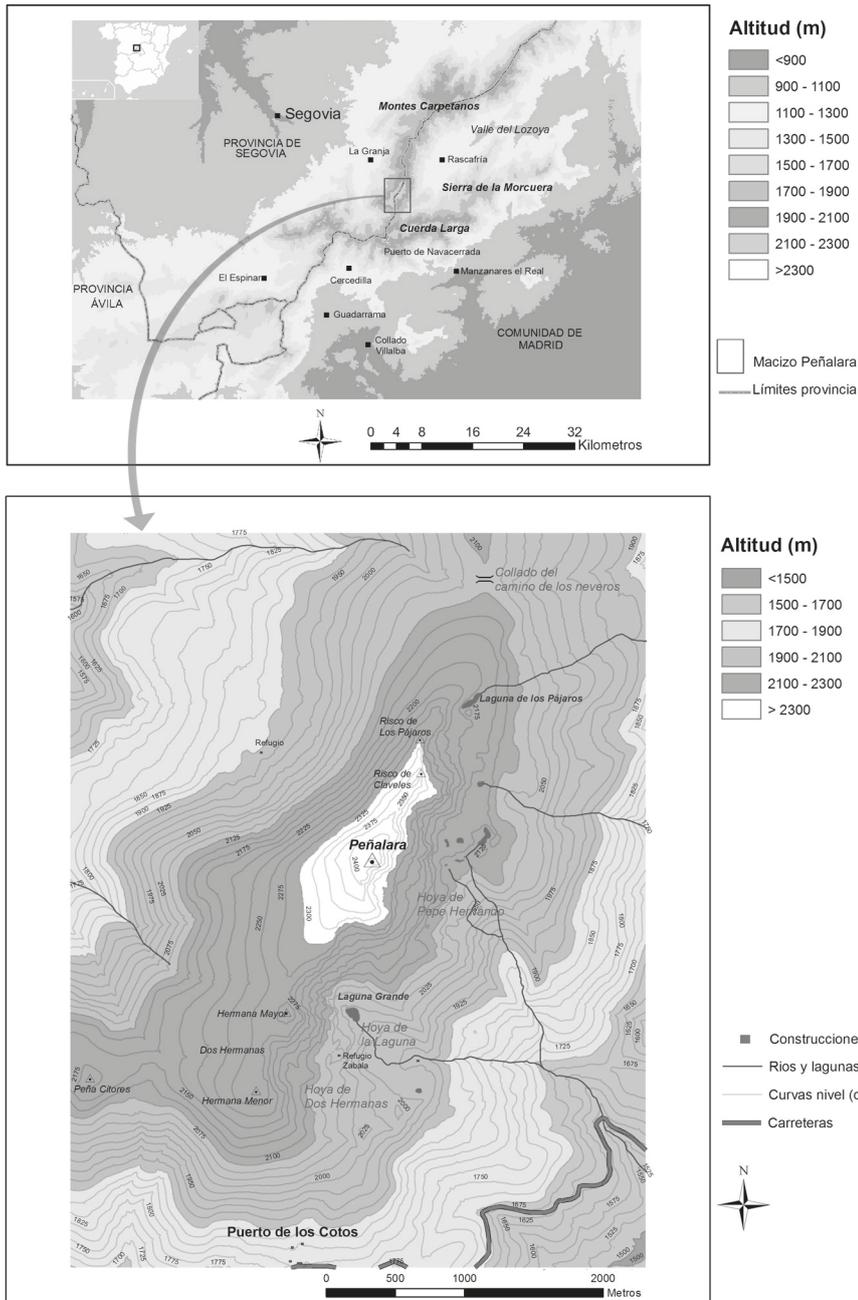


FIGURA 1. MAPA DE SITUACIÓN DEL MACIZO DE PEÑALARA
Elaboración propia.

A finales del Paleozoico esta zona fue una penillanura de materiales gnéiseos sobre la que actuaron los movimientos tectónicos del Terciario para generar un relieve de bloques elevados y hundidos (*horst* y *graben*), constituidos básicamente por gneises glandulares con intrusiones graníticas. En épocas preglaciares el macizo estuvo afectado por pulsaciones frías y secas que provocaron la formación de campos de bloques por procesos de macrogelifracción de la roca y la aparición de un manto de alteración de materiales finos. Estas formaciones (manto de alteración

y campos de bloques) perduran en la actualidad sobre todo en las vertientes occidentales del macizo⁵. A finales del Pleistoceno, el descenso de las temperaturas y la abundancia de precipitaciones sólidas propiciaron la instalación de los glaciares en la sierra⁶. La nieve tendía a acumularse en las vertientes orientales del macizo y no llegaba a fundirse en verano, sino que se iba acumulando y transformando en hielo glaciar. Estas masas de hielo glaciar se fueron deslizando debido a su plasticidad, barriendo el manto de alteración original y acumulándolo en grandes morrenas frontales. Al irse desplazando el manto de alteración se fueron excavando los circos glaciares. Los hielos alcanzaron un espesor de hasta 300 metros en algunos puntos, una longitud máxima de 1,65 km y cubrieron el suelo de zonas situadas a una altitud mínima estimada de 1.840 m en el glaciar de Peñalara. Posteriormente, el retroceso de estos glaciares dejó como resultado un conjunto de morfologías glaciares bien conservadas. De esta forma, los glaciares más activos se encontraban en las laderas con orientación este, protegidos de los vientos dominantes y de la máxima radiación solar, y las laderas occidentales se caracterizaban por la escasa acumulación de nieve e hielo.

La asimetría en la distribución de los glaciares tuvo importantes consecuencias geomorfológicas. En las vertientes orientales, además de provocar la aparición de morfologías como morrenas, circos, depresiones etc., los glaciares barrieron el manto de alteración previo eliminándolo en muchas áreas y reduciéndolo considerablemente en otras. En las laderas orientadas al oeste, donde la presencia glaciar fue menos importante, el manto de alteración permanece inalterado en la mayor parte de estos sectores⁷.

Aunque la acción glaciar fue menos importante en las vertientes occidentales, también se conservan ejemplos de algunos pequeños circos glaciares con varias formaciones morrénicas al noroeste de la cima de Peñalara⁸.

El resultado de esta evolución hace que una de las características principales del macizo de Peñalara en la actualidad sea su marcada asimetría Este-Oeste en su aspecto geomorfológico, que se refleja en otras facetas como la distribución y persistencia del manto de nieve o en las relacionadas con la distribución de la vegetación, ya que son todos ellos factores interrelacionados⁹.

Después de la retirada de los glaciares el relieve del macizo ha sufrido ligeros retoques ligados, sobre todo, a una moderada acción periglacial, a los movimientos en masa que se desarrollan en ambas laderas, a la acción torrencial y a los procesos ligados a la presencia de la nieve.

5. PALACIOS, D. & ANDRÉS, N., *El significado geográfico de la nieve en la dinámica natural de la Sierra de Guadarrama*. Madrid, Grupo de Investigación en Geografía Física de Alta Montaña de la Universidad Complutense de Madrid, 2006 [Consulta: enero 2013]. Disponible en: <https://portal.ucm.es/web/gfam/recursos>.

6. PALACIOS, D. & ANDRÉS, N., «Relación entre dinámica nival y erosión en el Parque Natural de Peñalara y áreas próximas», en *Quintos encuentros científicos del Parque Natural de Peñalara y del Valle del Paular*. El Paular, Rascafría (Madrid), 2005, pp. 95-137.

7. PALACIOS, D. & ANDRÉS, N., *El significado geográfico...*, pp. 1-3.

8. ALIA, M., MENÉNDEZ, J. & VIDAL, C., «Livret-Guide de l'excursion C3 et C4 Guadarrama, Massif de Peñalara et variation El Escorial-Manzanares el Real», en *Actas V Congreso Internacional INQUA*. Madrid, (1957). pp. 28-34.

9. PALACIOS, D. & ANDRÉS, N., *El significado geográfico...*, pp. 7-8.

Los procesos ligados a la acción nival son los que tienen una mayor relevancia en la zona de estudio y han dado lugar a la aparición de numerosos nichos de nivación en las áreas en las que la acumulación y la persistencia de la nieve es mayor y que coincide, en general, con las cabeceras de los glaciares pleistocenos¹⁰.

La caracterización climatológica del macizo de Peñalara puede realizarse a partir de los datos de la serie del observatorio meteorológico del Puerto de Navacerrada, de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), situado a 1.888 m de altitud y a unos 5 km de distancia del macizo de Peñalara en línea recta. La serie contiene datos desde 1941, aunque no todas las variables se miden desde esa fecha. Algunas de ellas, como el espesor de la nieve, sólo se registran desde 1983.

Las precipitaciones superan los 1.400 l/m² anuales y se concentran en los meses más fríos, desde octubre a mayo, gran parte de ellas en forma de nieve. El verano es árido. La temperatura media anual en el Puerto de Navacerrada es de 6,1°C, y la temperatura media mensual es menor de 0°C en los meses más fríos (desde diciembre a febrero). Estos datos nos indican que estamos hablando de un clima de alta montaña mediterránea con rasgos continentales¹¹. La nieve es el meteoro más representativo de este macizo montañoso.

El manto nivoso se caracteriza por su irregularidad inter e intra anual. De esta manera hay inviernos en los que se producen importantes precipitaciones de nieve que pueden acumular un gran espesor, y otros con espesores de nieve muy reducidos. En el macizo de Peñalara, las nevadas copiosas suelen producirse por advecciones de aire relativamente cálido del tercer cuadrante.

El número de días en los que la nieve cubre el suelo varía entre un mínimo de menos de 20 días en el invierno 1994–1995 y un máximo de 182 días en el invierno 1990–1991.

Como se vio anteriormente, la nieve tiende a acumularse a sotavento de los vientos dominantes. Por lo tanto, en el macizo de Peñalara las acumulaciones más importantes tienden a formarse en la zona de los circos que tienen orientación este (nordeste a sureste). En la zona cercana a las cumbres, a sotavento de los vientos del oeste, se forman importantes cornisas y placas en las que la acumulación de nieve es muy intensa, de más de una decena de metros de espesor (FIG. 2).

Cuando las acumulaciones son importantes pueden formarse nichos de nivación sobre el manto de alteración. En la Sierra de Guadarrama, los nichos de nivación son abundantes y han sido estudiados en detalle¹².

También hay otra zona de acumulación importante en la hoya situada en el extremo norte del macizo; en ella, a nieve se acumula en la parte superior de los grandes *debris flows* existentes y en los dispersos hoyos nivales.

10. PALACIOS, D. & ANDRÉS, N., «Morfodinámica supraforestal actual en la Sierra de Guadarrama y su relación con la cubierta nival: el caso de Dos Hermanas-Peñalara», en PEÑA, J.L., SÁNCHEZ-FABRE, M., & LOZANO, M.V. (eds.): *Procesos y formas periglaciares en la montaña mediterránea*. Teruel, Instituto de Estudios Turolenses, (2000). pp. 235–264.

11. PALACIOS, D. & ANDRÉS, N., *El significado geográfico...*, p. 4.

12. PALACIOS, D. & ANDRÉS, N., *El significado geográfico...*, pp. 66–75.



FIGURA 2. EJEMPLOS DE CORNISAS
Autor: Luis Pantoja

Existe otra importante zona de acumulación sobre el nicho nival del arroyo del Infierno entre Peña Citores y Dos Hermanas.

4. MATERIALES, DATOS Y MÉTODOS

4.1. DATOS

Para caracterizar los aludes registrados y delimitar las áreas favorables al desencadenamiento de aludes en el macizo de Peñalara se ha utilizado una metodología que se caracteriza por integrar datos de distintas fuentes.

El estudio de los aludes observados y la información meteorológica y nivológica se ha realizado, principalmente, a partir de la información procedente de montañeros expertos¹³.

Por otra parte, en el macizo de Peñalara, desde el año 2009, se realizan sondeos nivológicos por parte del Grupo de predicción de aludes de la Delegación de la Agencia Estatal de Meteorología en Madrid y por personal del Parque de Peñalara. A dichos sondeos, que se realizan semanalmente, se les añade información complementaria como test de estabilidad de la nieve y aludes observados. También, se

13. Colaboración especial de Alberto y Álvaro Pantoja por su colaboración en la localización y caracterización de los aludes observados.

realizan observaciones adicionales cuando las condiciones nivológicas lo hacen necesario que permiten tener un conocimiento del estado de la nieve y de las características de las avalanchas que se producen.

Además, se ha recopilado información del Grupo Especial de Rescate de la Comunidad de Madrid (GERA), el Grupo de Rescate en Montaña de la Guardia Civil (GREIM) y la Guardería Forestal del Parque.

Como cartografía digital base se ha hecho uso del Modelo digital del Terreno (MDT) suministrado por el IGN, con paso de malla de 5 m, formato de archivo ASCII matriz ESRI (agr), distribución oficial de hojas 1:25.000 y sistema geodésico de referencia ETRS89.

La fotointerpretación del área de estudio y la determinación de la morfología de las laderas, la cubierta forestal y la cubierta nivosa se ha realizado a partir de las ortofotos digitales de los vuelos PNOA, en formato TIFF con el correspondiente fichero TFW de georreferenciación del Instituto Geográfico Nacional (IGN) con tamaño de píxel 0,25 m. Para la localización de las zonas en las que se acumula la nieve se digitalizaron los mapas de permanencia de la nieve en el suelo obtenidos de la publicación *El significado geográfico de la nieve en la dinámica natural de la Sierra de Guadarrama*¹⁴. También se consultaron imágenes del satélite SPOT-5 de 5 m de resolución espacial en modo pancromático para comprobar la extensión del terreno cubierto por la nieve.

4.2. METODOLOGÍA

4.2.1. Cartografía de aludes observados

Partiendo de la información recopilada directamente en el campo o mediante encuestas a motañeros expertos, se ha elaborado una base de datos y se ha realizado una cartografía de aludes observados. Con ayuda del SIG, se ha obtenido una serie de medidas relativas a las dimensiones de estos aludes (longitud, cota máxima, cota mínima, desnivel, área afectada). Esto nos permite adquirir un conocimiento previo de las características de los aludes que se producen en el macizo.

Para la determinación del tamaño de los aludes se ha utilizado la tabla propuesta por la EAWS (*European Avalanche Warning Services*) (TABLA 1), en la que el cifrado está vinculado tanto al grupo mayoritario como a la presencia de aludes de mayores dimensiones.

Según esta tabla, el tamaño de los aludes se puede establecer en función de tres criterios, las características de la zona de llegada, la longitud de la trayectoria y el volumen de nieve movilizada, y los daños potenciales que el alud puede causar en las personas u otros elementos y sobre el entorno.

14. PALACIOS, D. & ANDRÉS, N., *El significado geográfico...*, pp. 13, 22, 28, 37, 46.

TABLA 1. TAMAÑO DE LOS ALUDES SEGÚN LA EAWS (EUROPEAN AVALANCHE WARNING SERVICES)

TAMAÑO Y NOMBRE	CLASIFICACIÓN SEGÚN LA ZONA DE LLEGADA	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL POTENCIAL	CLASIFICACIÓN CUANTITATIVA
1. Purga o colada	Acumulación de nieve sin peligro de enterrar pero con peligro de caída.	Relativamente inofensivo para las personas.	Longitud < 50 m, volumen < 100 m ³
2. Alud pequeño	El alud se para en la pendiente.	Puede enterrar, herir o matar a una persona.	Longitud < 100 m, volumen < 1.000 m ³
3. Alud mediano	El alud alcanza el final de la pendiente.	Puede enterrar o destruir un coche, causar daños a un camión, destruir un edificio pequeño o romper un número pequeño de árboles.	Longitud < 1.000 m, volumen < 10.000 m ³
4. Alud grande	El alud atraviesa zonas planas (considerablemente por debajo de 30°) una distancia mayor de 50 m y puede llegar al fondo del valle.	Puede enterrar y destruir un vagón de tren, un camión grande, varios edificios o una parte del bosque.	Longitud ~ 1–2 km, volumen < 100.000 m ³
5. Alud muy grande	Llega al fondo del valle. Alud más grande conocido.	Puede modificar el paisaje. Posibilidad de daños desastrosos.	Longitud ~ 3 km, volumen > 100.000 m ³

4.2.2. Cartografía de zonas favorables al desencadenamiento de aludes

Para determinar las zonas propensas al desencadenamiento de aludes se aplicará la metodología utilizada por el Ministerio de Agricultura francés (CEMAGREF) que consta de tres fases:

- I. La FOTOINTERPRETACIÓN. Estudio e interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite para determinar la morfología de las laderas, la cubierta

forestal, la cubierta nivosa y elaboración de una cartografía de los aludes observados.

- *Vegetación*. Es uno de los criterios directos más importantes para la delimitación de zonas probables de aludes. En primer lugar, las trazas del paso de aludes permanecen en la vegetación, dando lugar a zonas con ausencia total de ésta cuando el fenómeno es frecuente. Además, el porte y la densidad de la vegetación son factores muy importantes en relación con el desencadenamiento de aludes, siendo los bosques cerrados áreas poco proclives a registrar desencadenamiento de aludes, aunque pueden verse afectados por avalanchas desencadenadas en cotas superiores, fuera del bosque¹⁵.

En nuestro trabajo, se ha digitalizado el área ocupada por los bosques de *Pinus Sylvestris*, a partir de las fotografías aéreas PNOA del IGN y se han considerado áreas favorables al desencadenamiento de aludes aquellas en las que las masas forestales están ausentes, en concreto las que se encuentran por encima del límite forestal.

- *Características del terreno*. En general, los terrenos rugosos inhiben el desencadenamiento de aludes. Los factores que influyen en la rugosidad del terreno pueden ser tan variables como la litología dominante en un área o la distribución de la vegetación. En nuestra área de estudio, el terreno puede considerarse rugoso.

En este trabajo, la rugosidad del terreno se ha cartografiado a partir de las fotografías aéreas PNOA del IGN y del trabajo de campo realizado previamente. La presencia del manto de alteración, pedreras y bloques en las áreas no glaciadas constituyen un buen anclaje para el manto de nieve. En las zonas afectadas por los glaciares, los escalones y umbrales existentes tienden a romper las pendientes y a formar zonas de acumulación de nieve y de frenado de los aludes. Además, la distribución y morfología de la vegetación existente también tiende a sujetar el manto de nieve. En consecuencia, el terreno de la zona de estudio puede considerarse rugoso y poco favorable al desencadenamiento de aludes.

- *Pendientes*. Los aludes se originan en zonas con pendientes que oscilan entre los 25° y los 45°. Por debajo de 25° el manto de nieve permanece estático a no ser que se produzcan situaciones atmosféricas inusuales que den lugar a nevadas extraordinarias. Por encima de los 45° la nieve se purga de forma natural, depositándose en niveles inferiores. Sin embargo, este es un factor que depende mucho del tipo de alud que estemos considerando. Así, los aludes de nieve reciente son más frecuentes en zonas con pendientes superiores a 45°, los aludes de placa se desencadenan con pendientes que oscilan entre los 25 y los 45° y los aludes de fusión pueden originarse con pendientes aún menores, incluso de 25°.

15. PALOMO, M., «Los aludes en el circo de Piedrafita (Pirineo Aragonés). El evento del 8 de febrero de 1996», en *Boletín Glaciológico Aragonés*, 8, (2007). pp. 61–83.

La determinación de las pendientes favorables al desencadenamiento de aludes en el macizo de Peñalara se ha realizado a partir del MDE utilizando el Sistema de Información Geográfica ArcGIS para obtener un mapa de pendientes del área de estudio. Posteriormente este mapa se ha reclasificado seleccionando las pendientes superiores a 45° para los aludes de nieve reciente seca, entre 25 y 45° para los aludes de placa y superiores a 25° para los aludes de fusión.

- *Orientaciones*. Es una variable que más que determinar el desencadenamiento de aludes condiciona el tipo de alud que se produce. La orientación de una ladera puede condicionar la acumulación de nieve y el tipo de evolución que ésta experimente.

En el macizo de Peñalara la nieve tiende a acumularse a sotavento de los vientos dominantes, en las laderas orientadas al este. Esta orientación es, por lo tanto, favorable para la formación de cornisas y placas de viento y, en consecuencia, para el desencadenamiento de aludes de placa.

Para realizar el mapa de orientaciones se hizo uso del MDE. Utilizando la herramienta orientaciones del ArcGIS se obtuvo la orientación de cada pixel del MDE.

- *Insolación potencial*. La radiación solar condiciona la temperatura de la superficie de la nieve y, por consiguiente, altera la evolución del manto de nieve y su metamorfosis. La incorporación de esta variable permite introducir un factor esencial en la inestabilidad del manto nivoso¹⁶. Una menor insolación ralentiza la evolución de la nieve recién caída y puede favorecer los aludes de nieve reciente. Por el contrario, la insolación elevada acelera la evolución de la nieve y puede favorecer los aludes de fusión.

El mapa de radiación potencial se ha obtenido aplicando el módulo de ArcGIS *Area Solar Radiation* al MDE. Para calcular el valor de la insolación potencial se tiene en cuenta las características del terreno del MDE: latitud, altitud, orientación, sombra generada por la topografía y trayectoria solar (época del año). Se ha considerado el periodo que va entre noviembre y marzo, en el que se desencadenan la mayor parte de los aludes. Esta herramienta nos genera un fichero ráster en el que a cada celda del MDE se le asigna un valor de radiación potencial total (directa más difusa). Teniendo en cuenta la serie de valores de insolación potencial total acumulada entre noviembre y mayo en los píxeles de nuestra área de estudio hemos considerado que los píxeles con insolación mínima son los situados en el primer quintil (insolación potencial acumulada inferior a $251.491,44 \text{ Wh/m}^2$ y los píxeles con insolación máxima son los que pertenecen al quinto quintil.

- *Cobertura de nieve*. La determinación de las áreas cubiertas por nieve se ha realizado a partir de la digitalización de los mapas de permanencia de la

16. PALOMO, M., JULIÁN, A. & CHUECA, J., «Aplicación de un análisis multicriterio a la delimitación de zonas probables de aludes (valle del Aguas Limpias, Pirineo central español)», en BENAVENTE, J. & GRACIA, F.J. (eds.): *Trabajos de Geomorfología en España, 2006–2008*. Cádiz, Sociedad Española de Geomorfología, (2008). pp. 417–420.

nieve en el suelo obtenidos de la publicación *El significado geográfico de la nieve en la dinámica natural de la Sierra de Guadarrama*¹⁷ y de las imágenes del satélite SPOT-5 de 5 m de resolución espacial en modo pancromático.

2. INTERPRETACIÓN DE CAMPO. En esta fase nos hemos ocupado, en primer lugar, de confirmar las características de la zona de estudio determinadas por fotointerpretación y, en segundo, de identificar sobre el terreno las zonas de aludes previamente determinadas. Estos trabajos se realizan en ausencia de nieve para poder observar de forma minuciosa la morfología de las laderas.
3. ENCUESTAS A LA POBLACIÓN. El conocimiento sobre los aludes y la cartografía de éstos se completa recabando información sobre los aludes registrados entre la población montañera experta que suele frecuentar la zona. A partir de esta información se amplía el conocimiento relativo a los diferentes episodios de aludes en la zona (tipo, frecuencia, época de caída, límites etc.).

La cartografía de zonas favorables al desencadenamiento de aludes se ha elaborado siguiendo la metodología empleada por PALOMO *ET AL.*¹⁸, (2008). Según esta metodología, los factores que influyen en el desencadenamiento de un alud pueden clasificarse en necesarios y de intensificación.

Los factores necesarios son aquellos cuya ausencia hacen muy improbable el desencadenamiento de aludes. En el área de estudio se han considerado factores necesarios las pendientes favorables y la ausencia de bosques densos. Los factores de intensificación son factores que no condicionan el desencadenamiento pero sí que aumentan la probabilidad de que éste se produzca. Estos factores varían según el tipo de alud, y entre ellos se consideran las zonas más propicias a que se acumule la nieve, las orientaciones favorables y la insolación potencial.

Todos los factores (tanto los necesarios como los de intensificación) toman el valor 1 en el píxel cuando se cumplen y el valor 0 si no se cumplen.

En la TABLA 2 aparecen, resumidos, los criterios que se han considerado para la elaboración de las cartografías así como la combinación de ellos utilizada, dependiendo del tipo de alud.

Con esta metodología se pueden establecer cuatro categorías de probabilidad de desencadenamiento (baja, moderada, alta y muy alta). Se considera una probabilidad de desencadenamiento baja en el caso en el que al menos uno de los factores necesarios tome valor 0. La probabilidad es moderada cuando los factores necesarios tienen valor 1 pero los de intensificación tienen valor 0. La probabilidad alta corresponde a las zonas en las que los factores necesarios y uno de los de intensificación tienen valor 1. La probabilidad muy alta aparece en las áreas en las que todos los factores, tanto los necesarios como los de intensificación toman valor 1.

17. PALACIOS, D. & ANDRÉS, N., *El significado geográfico...*, pp. 13, 22, 28, 37, 46.

18. PALOMO, M., JULIÁN, A. & CHUECA, J., «Aplicación de un análisis multicriterio a la delimitación de zonas probables de aludes (valle del Aguas Limpias, Pirineo central español)», en BENAVENTE, J. & GRACIA, F.J. (eds.): *Trabajos de Geomorfología en España, 2006–2008*. Cádiz, Sociedad Española de Geomorfología, (2008). pp. 417–420.

TABLA 2. VARIABLES UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE ZONAS FAVORABLES AL DESENCADENAMIENTO DE ALUDES

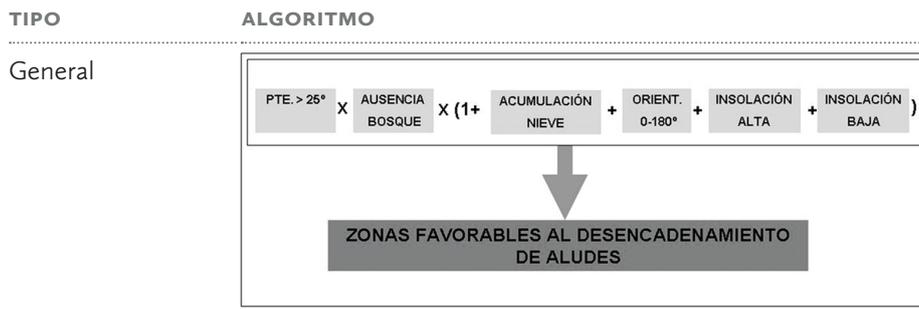
TIPO	F. NECESARIOS	F. INTENSIFICACIÓN
Placa	45° > Pendiente > 25° Ausencia de bosque	Zona de acumulación Orientación Este
Fusión	Pendiente > 25° Ausencia de bosque	Zona de acumulación Insolación elevada
Nieve reciente	Pendiente > 45° Ausencia de bosque	Zona de acumulación Insolación baja



Además, se ha elaborado una cartografía general de desencadenamiento de riesgo de aludes, sin distinción de los tipos. Las variables consideradas y el algoritmo utilizado se resumen en la TABLA 3.

TABLA 3. VARIABLES UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE ZONAS FAVORABLES AL DESENCADENAMIENTO DE ALUDES

TIPO	F. NECESARIOS	F. INTENSIFICACIÓN
General	Pendiente > 25° Ausencia de bosque	Zona de acumulación Orientación Este Insolación máxima Insolación mínima



En el caso de las pendientes se ha supuesto que la pendiente mínima es 25°, que es el valor mínimo para que se desencadene un alud de cualquier tipo. Como factores de intensificación se consideran todos los que contribuyen a cualquier tipo de alud. De esta forma, cada píxel podrá tomar un valor entre 0 y 4. Por lo tanto se pueden establecer cinco categorías (muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto).

5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. ALUDES OBSERVADOS

En la FIG. 3 aparecen cartografiados los aludes observados en el macizo de Peñalara entre los años 2009 y 2014.

La mayor parte de los aludes observados se registran en las laderas orientales del macizo. En las vertientes del resto de las orientaciones sólo se ha registrado un alud debido a que en esas vertientes la pendiente no es muy acusada, la acumulación de nieve es escasa y la formación de placas no es favorable. Además, el hecho de ser una zona menos transitada hace que la detección de aludes en ella sea menos probable.

La longitud media de los aludes observados es de 194 m aunque la mayor parte de ellos (el 63%) tienen menos de 200 m de recorrido y sólo el 17% supera los 300 m.

La cota de salida de los aludes observados es, en todos los casos, superior a 2.000 m. Solo en dos ocasiones la cota de salida ha sido inferior a 2.200 m.

La cota de llegada es, en un 94% de los casos, superior a los 2.000 m. Sólo en dos desencadenamientos la cota de llegada fue inferior a 2.000 m y siempre estuvo por encima de 1.900 m. La cota mínima alcanzada es de 1.980 m.

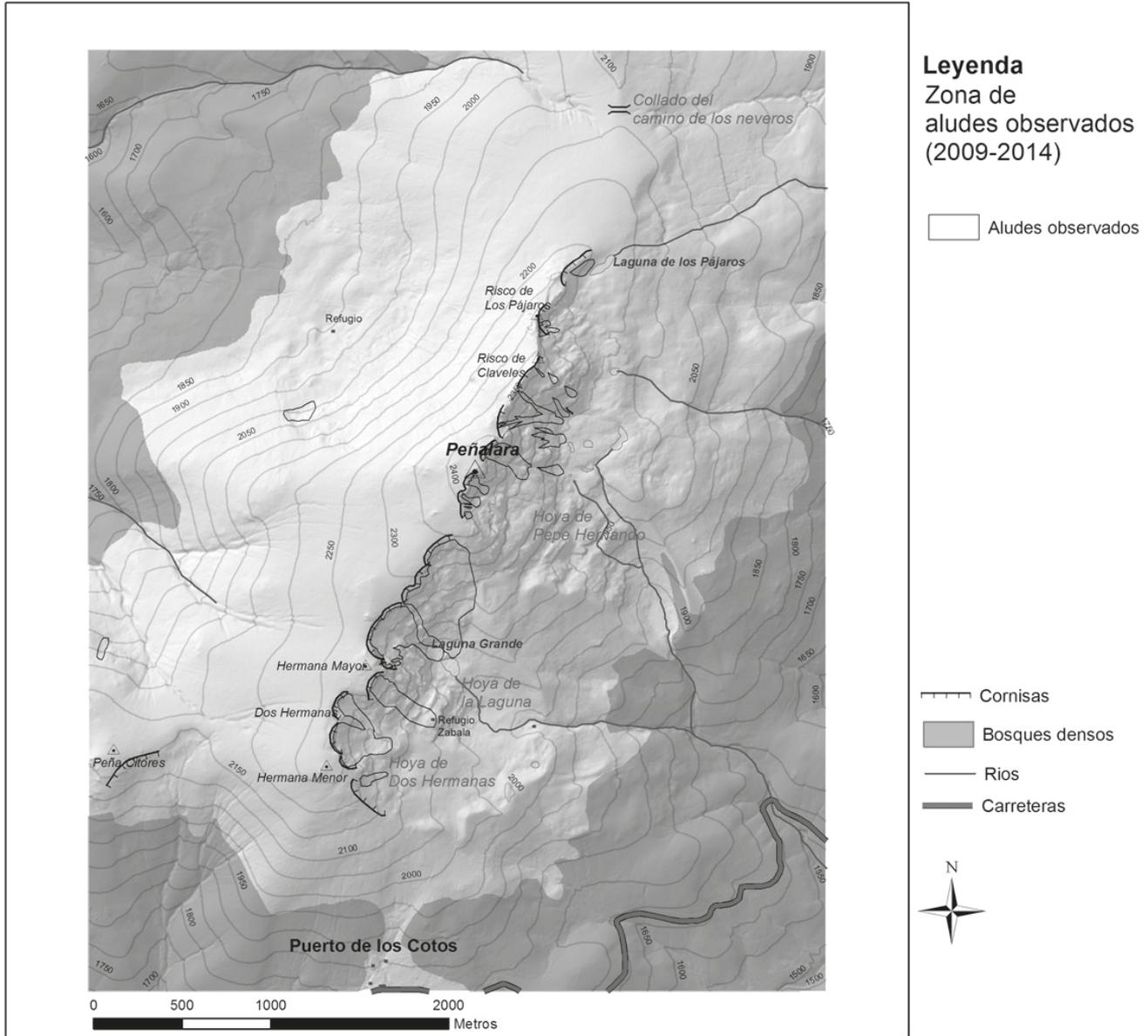


FIGURA 3. MAPA DE ALUDES OBSERVADOS
 Elaboración propia.

La superficie afectada por los aludes presenta una alta variabilidad. El valor medio es de 13,837 m² pero el 57% de los aludes observados no alcanzan este valor.

El tipo de alud más frecuente es el alud de placa. El 60% de los aludes observados son de este tipo, de los cuales el 5% son de placa friable, un tipo de alud que presenta características conjuntas a los de placa y los de nieve reciente y un 5% de placa húmeda; el 40% restante, son aludes de fusión. No se han observado aludes de nieve reciente seca, aunque si existen noticias de su ocurrencia en el macizo como aludes que se inician como ruptura de una placa friable y evolucionan a aludes de



FIGURA 4.
EJEMPLO DE ALUD
DE NIEVE POLVO
POR ROTURA DE
PLACA FRIABLE
Autor: Luis
Pantoja.

nieve reciente polvo. Tal es el caso del evento que se produjo en el mes de enero de 2010 cuando un alud de nieve reciente seca provocado por la ruptura de una placa friable, pasó por encima del Refugio de Zabala sin provocar ningún daño apreciable pero sí algún accidentado.

De acuerdo con los criterios establecidos por la EAWS (TABLA I) el tamaño de los aludes registrados en el macizo varía desde coladas, pasando por aludes pequeños y medianos (los más habituales), hasta alguno grande.

En el macizo de Peñalara los aludes de fusión observados se pueden clasificar, en cuanto a su tamaño, como coladas, aludes pequeños o medianos. No se han observado marcas ni huellas en el terreno que hagan evidente la ocurrencia de aludes de fusión de tamaño grande ni aludes de fondo. Los motivos por los que estos aludes no se producen son variados. Por un lado, no existen suelos herbáceos propensos al deslizamiento del manto desde su base; por otra parte, los canales por donde discurren los aludes no son lo suficientemente importantes para que la masa de nieve húmeda en movimiento adquiera la «fuerza» necesaria para arrastrar lo que encuentra a su paso; una tercera razón podría ser debida a la climatología propia de estas montañas. En concreto los continuos episodios de hielo-rehielo que se producen durante el invierno en el macizo van humidificando y, por tanto, aumentando la densidad de las capas más profundas del manto. En estas condiciones, con un mismo contenido de agua líquida, la cohesión entre los granos es más fuerte que si se tratara de una nieve húmeda — primavera menos densa¹⁹.

19. COLEOU, C., GIRAUD, G. & VILLCROSE, J., *Análisis de los sondeos por golpeo*. Grenoble (Francia), Météo-France, CNRM CEN, Traducción del CMT de Aragón, La Rioja y Navarra (INM). (1993).

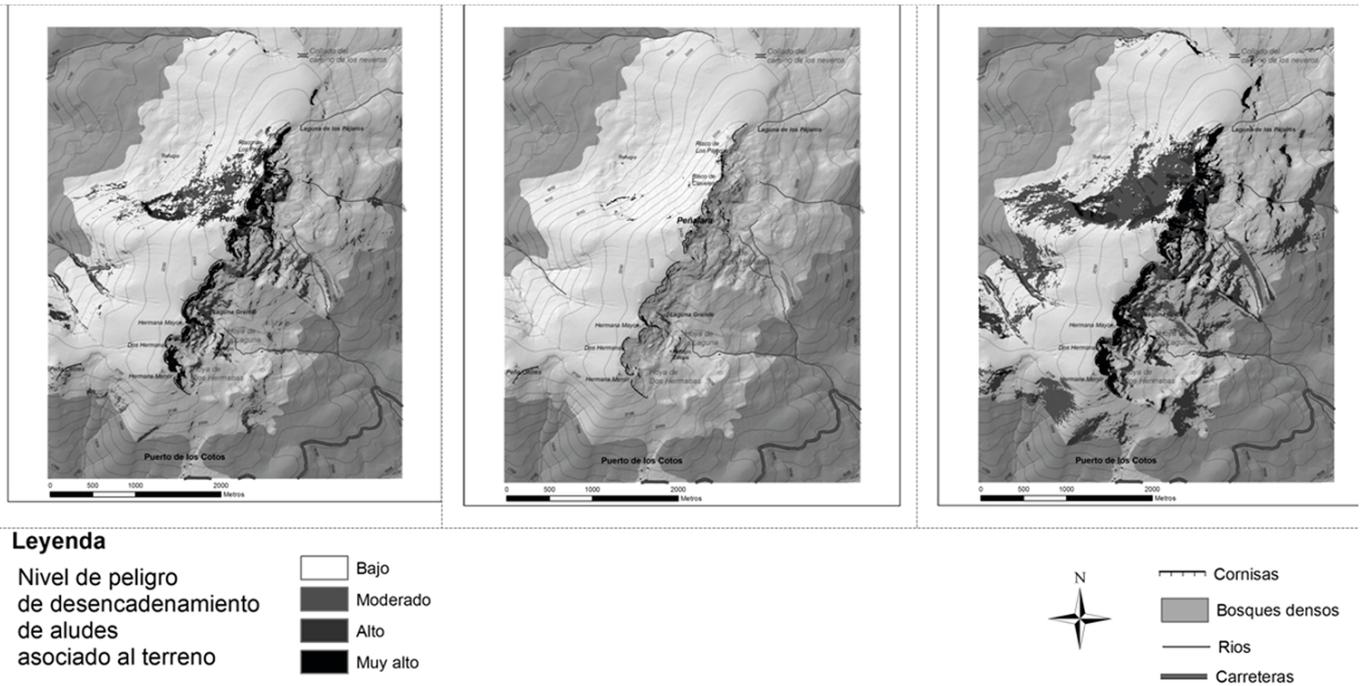


FIGURA 5. MAPAS DE ÁREAS FAVORABLES AL DESENCADENAMIENTO DE ALUDES DE (A) PLACA (IZQUIERDA), (B) NIEVE RECIENTE (CENTRO) Y (C) FUSIÓN (DERECHA) EN EL MACIZO DE PEÑALARA. Elaboración propia.

5.2. CARTOGRAFÍA DE ZONAS FAVORABLES AL DESENCADENAMIENTO DE ALUDES

En la FIG. 5 aparece el mapa de zonas favorables al desencadenamiento de aludes de placa, nieve reciente y fusión en el macizo de Peñalara.

Los aludes de placa son los más frecuentes y, también, los que más accidentes provocan en el macizo de Peñalara.

Pueden ser espontáneos o provocados, y, en ambos casos, se desencadenan debido a un sobrepeso sobre el manto nivoso que provoca una ruptura de la placa de nieve (dura o friable). Cuando el alud es espontáneo se suelen desencadenar por el sobrepeso producido por las precipitaciones (nevadas o lluvias). Cuando es provocado se pueden desencadenar bastante tiempo después de las nevadas, en este caso el sobrepeso puede ser provocado por el paso de animales, personas (esquiadores, excursionistas), por caída de cornisas o purgas de nieve (FIG. 6).

El desencadenamiento de aludes de placa tiene una probabilidad muy alta en las áreas con pendientes comprendidas entre 25° y 45°, sin vegetación boscosa densa, con zonas propicias a grandes acumulaciones de nieve y a sotavento de los vientos del oeste, es decir en zonas propensas a la formación de placas. Estos factores confluyen en las zonas más elevadas de las cabeceras de los circos glaciares. (FIG. 5A).

La probabilidad alta se localiza en el resto de las cabeceras de los circos glaciares y en las laderas de las morrenas con orientación este. También presentan una



FIGURA 6.
EJEMPLO DE ALUD
DE PLACA
Autor: Luis
Pantoja.

alta probabilidad sectores de la hoya noroeste del macizo y algunos de la vertiente occidental de la cabecera del arroyo del Infierno situados al pie de la Peña Citores.

Las áreas con probabilidad moderada de desencadenamiento de aludes de placa ocupan la mayor parte de la hoya situada al noroeste del macizo, donde la acumulación de nieve es elevada; las laderas de barlovento de las morrenas y las laderas orientadas al oeste de las incisiones torrenciales de la vertiente occidental del macizo. También presenta una probabilidad moderada el extremo oriental del nicho nival del arroyo del Infierno.

En el macizo de Peñalara se han observado aludes de fusión pequeños y, con menor frecuencia, medianos. En todos los casos estos aludes son de superficie, y no se han observado aludes de fusión de fondo (FIG. 5C).

En otras cordilleras se tiene constancia de la ocurrencia de aludes de nieve húmeda en pendientes inferiores a 25° , pero en el Macizo de Peñalara no se han observado en pendientes inferiores a dicho valor. El riesgo muy alto de desencadenamiento de aludes de fusión se localiza en las áreas con pendientes superiores a 25° , sin vegetación boscosa densa, con zonas propicias a grandes acumulaciones de nieve y elevada insolación. Estos factores confluyen en las zonas más elevadas de las cabeceras de los circos glaciares, sobre todo en las del circo de la Laguna y Claveles y en la pared de la laguna de Los Pájaros (FIG. 5C).

La probabilidad de desencadenamiento de aludes de fusión es alta y muy alta en las zonas medias de las cabeceras de los circos glaciares y en las laderas de las morrenas que registran mayor insolación. También presentan una probabilidad alta sectores de la hoya con orientación norte ubicada al norte del macizo y en la cabecera del arroyo del Infierno, situada entre Peña Citores y Hermana Menor, que es una zona con elevada insolación.

FIGURA 7.
EJEMPLO DE ALUD
DE FUSIÓN
Autor: Luis
Pantoja.



Las áreas con probabilidad moderada de desencadenamiento de aludes de fusión ocupan la mayor parte de la hoya situada al noroeste del macizo, en las que la acumulación de nieve es elevada y persistente, y las laderas de las incisiones torrenciales de la vertiente Oeste de éste.

Como puede observarse en la figura 5, las áreas favorables al desencadenamiento de aludes de placa y de fusión coinciden de forma sustancial. Esto es debido a que los criterios elegidos para delimitar esas zonas son muy similares en lo que se refiere a factores necesarios (pendientes superiores a 25° y presencia de bosque) y sólo se diferencian pequeños matices ligados a los factores de intensificación.

Como se observa en la FIG. 5B, las zonas favorables al desencadenamiento de aludes de nieve reciente en el macizo de Peñalara son escasas. En términos generales los riesgos muy altos y altos de desencadenamiento de este tipo de aludes se localizan en las zonas más próximas a las crestas vertientes orientales del macizo ya que son las únicas que presentan elevadas pendientes (superiores a 45°).

La probabilidad moderada se restringe a las zonas de elevada pendiente, pero con altitud inferior, y que acumulan poca insolación (pendiente superior a 45° , ausencia de bosques, zonas con insolación baja).

La FIG. 8 muestra, para el macizo de Peñalara, las áreas favorables al desencadenamiento de cualquier tipo de alud.

Las áreas con probabilidad muy alta de desencadenamiento se localizan en las cabeceras de los circos glaciares (acumulaciones de nieve elevadas, orientación favorable e insolación elevada), en pequeños sectores de la hoya glacial orientada al norte (acumulaciones elevadas, orientación favorable e insolación escasa) y en un pequeño sector del extremo occidental del nicho del Infierno (acumulación elevada, orientación favorable e insolación elevada).

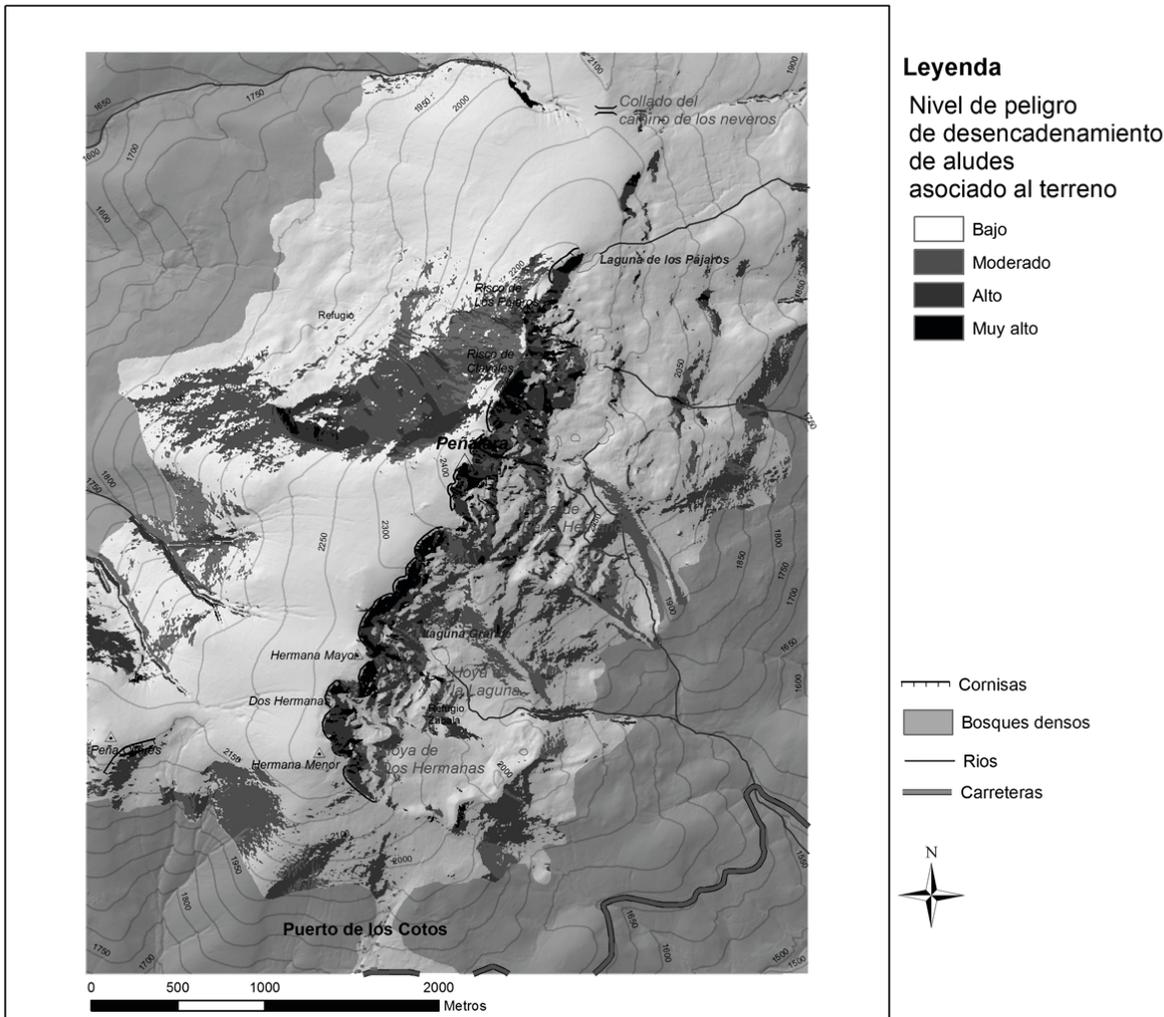


FIGURA 8. MAPA DE ÁREAS FAVORABLES AL DESENCADENAMIENTO DE ALUDES EN EL MACIZO DE PEÑALARA. Elaboración propia.

Las zonas con probabilidad alta de desencadenamiento se encuentran en las laderas orientales de los circos glaciares, por debajo de las áreas de máxima acumulación y en aquellas laderas de la vertiente oriental que presentan mayor insolación y orientación favorable. En la hoya situada al norte del macizo, las áreas con probabilidad alta se caracterizan por presentar acumulaciones de nieve elevadas e insolación escasa.

Los sectores con probabilidad moderada de la vertiente este están en las vertientes de las morrenas con orientación favorable, en el extremo oriental del nicho del Infierno debido a la elevada insolación que recibe y, en la hoya situada al norte, a los sectores centrales de ésta, con insolaciones escasas que impiden la evolución y estabilización de la nieve.

Finalmente, las áreas con probabilidad baja de desencadenamiento son aquellas en las que sólo se cumplen los factores necesarios (pendiente superior a 25° y ausencia de bosque) pero ninguno de los de intensificación. Estas áreas se localizan en el extremo oriental de la hoya situada al norte del macizo y en las incisiones torrenciales situadas en la vertiente occidental del macizo.

6. CONCLUSIONES

Los aludes suponen uno de los riesgos naturales más importantes que afectan a las áreas de montaña. En España los aludes se presentan de manera habitual en la Cordillera Pirenaica, aunque esto no significa que en el resto de los sistemas montañosos peninsulares no se produzcan, pero sí que su ocurrencia es más irregular y su tamaño generalmente menor.

En el macizo de Peñalara la nieve se caracteriza por su gran variabilidad inter e intra anual, como corresponde a un clima mediterráneo continentalizado de montaña. Así, se suceden inviernos, como el de la temporada 2011-2012, muy escasos en nieve, y por el contrario inviernos con abundantes nevadas, como el 1990-1991. La variabilidad inter anual se puede comprobar en el invierno 2012-2013 que fue muy poco nivoso hasta principios de enero y muy nivoso desde mediados de enero hasta bien entrada la primavera. Esta irregularidad en la presencia de nieve en el macizo se traslada a la frecuencia de desencadenamiento de aludes en él.

Los aludes en el macizo de Peñalara tan sólo se producen en las zonas más altas, por encima de 1.900 m, por lo que no afectan a las construcciones ni a las infraestructuras. De todas formas, el número muy importante y creciente de personas que visitan el macizo y se adentran incluso en las zonas potencialmente más peligrosas hacen que la probabilidad de encuentro alud-persona sea elevada. Con la nueva figura de protección que afecta a la zona de estudio, sería oportuno incorporar al Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Nacional información sobre las zonas más expuestas a los aludes.

Los aludes que se producen más frecuentemente en el macizo son los aludes de placa, siendo también los que más accidentes provocan. Este tipo de aludes se desencadenan preferentemente en las laderas del macizo con orientación este, debido a que estas vertientes son las más propicias a la formación de placas. La mayor parte de las placas se forman a sotavento de los vientos dominantes, en las zonas inmediatamente inferiores a las líneas de cumbres. En muchos casos están acompañadas de cornisas de nieve. Los aludes de placa pueden producirse en cualquier momento del invierno y no están necesariamente ligados a una situación meteorológica determinada porque las placas pueden persistir durante largo tiempo.

Los aludes de fusión tienden a producirse en primavera, pero también se han observado en otros periodos del invierno coincidiendo con una temporada de temperaturas altas. Suelen ser coladas, aludes pequeños o medianos, y en ningún caso, se han visto aludes de fondo.

Los aludes de nieve reciente se producen tras un periodo de nevadas intensas. En el macizo de Peñalara se han observado, de forma esporádica, aludes de placa friable que evolucionan a aludes de nieve reciente polvo.

Es necesario continuar aumentando el contenido de la base de datos de registros nivológicos, para comprobar la validez del mapa de peligro de aludes que se ha realizado y modificarlo sí es necesario. En posteriores actualizaciones del presente estudio sería interesante la incorporación de nuevas variables como factores intensificadores. En este aspecto es importante señalar la importante influencia de la convexidad del terreno en los aludes de placa. También se podría añadir un método de evaluación del método empleado en la localización de las zonas probables al desencadenamiento de aludes.

6-7

ESPACIO, TIEMPO Y FORMA

UNED

SERIE VI GEOGRAFÍA
REVISTA DE LA FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA

13 Presentación · Foreword

Artículos · Articles

19 MARÍA DEL PILAR BORDERÍAS URIBEONDO
Reflexiones al finalizar la «Década de las Naciones Unidas de Educación para el Desarrollo Sostenible 2005–2014»: referencias ambientales en los Grados de la UNED y aportación de la Geografía a la EDS / Reflections at the end of the 'United Nations Decade of Education for Sustainable Development 2005–2014': environmental references in the Degree of UNED and contribution of Geography to ESD

33 JESÚS CALZADILLA, JOSÉ LUIS LÓPEZ & AURELIO VILLA
Análisis espacial del desarrollo económico rural a nivel territorial / Spatial analysis at territorial level of rural economic development

47 DAVID COCERO MATESANZ, JOSÉ MIGUEL SANTOS PRECIADO, MARÍA DEL CARMEN MUGURUZA CAÑAS, FERNANDO SANTA CECILIA MATEOS, MARÍA VICTORIA AZCÁRATE LUXÁN, MARÍA DEL PILAR BORDERÍAS URIBEONDO & MARÍA EUGENIA PRIETO FLORES
La utilización en los estudios urbanos de la cartografía catastral y su manejo mediante un SIG: aplicación al municipio de Getafe (Madrid) / The use in urban studies of cadastral mapping and management through GIS: application to the town of Getafe (Madrid)

73 JUAN ANTONIO FERNÁNDEZ-CAÑADAS LÓPEZ-PELÁEZ, MARÍA PALOMO SEGOVIA & LUIS PANTOJA TRIGUEROS
Delimitación espacial de las zonas probables de salida de aludes en el macizo de Peñalara mediante el uso de SIG / Spatial delimitation of the possible output zones of avalanches in the Peñalara massif using GIS techniques

95 JESÚS MIGUEL GARCÍA RODRÍGUEZ
Importancia patrimonial y territorial del legado hidroeléctrico en el curso bajo del Río Saja (Cantabria) / Patrimonial and territorial importance of hydroelectric legacy in the lower reaches of Saja (Cantabria)

119 BEATRIZ MARTÍNEZ DE TERESA
Paisaje urbano y problemática medioambiental: el caso del distrito de Retiro (Madrid) / Cityscape and environmental issues: the case of Retiro district (Madrid)

161 ANTONIO MARTÍNEZ PUCHE, SALVADOR MARTÍNEZ PUCHE, JOAQUÍN PALACÍ SOLER & VICENTE ZAPATA HERNÁNDEZ
Estrategias territoriales participativas como instrumentos de diagnóstico y prospectiva, en el contexto europeo de los fondos de cohesión 2014–2020: el caso de Villena (Alicante) / Territorial participatory strategies as instruments of diagnosis and prospective, in the European context of the funds of cohesion 2014–2020 in Villena (Alicante)

185 FRANCISCO JOSÉ MORALES YAGO
Evolución de la jerarquía urbana en la Región de Murcia tras más de treinta años de la aprobación del estatuto de autonomía (1982–2014) / Evolution of urban hierarchy in the Region of Murcia thirty years after the adoption of the statute of autonomy (1982–2014)

205 JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ GARCÍA
Conservación y gestión del paisaje en el Campo de Albacete / Landscape conservation and management in the Campo de Albacete

227 XANTI SUDUPE ZABALO
El abandono en el paisaje de periferia y periurbano de Bilbao / Abandonment in the periphery and peri-urban landscape of Bilbao

257 M. ANTONIO ZÁRATE MARTÍN & INÉS ORTÍZ ÁLVAREZ
Estrategias para la conservación y gestión sostenible de los paisajes culturales urbanos en México y España / Strategies for the conservation and sustainable management of the urban cultural landscapes in México and Spain

281 MARÍA DEL CARMEN ZORRILLA LASSUS
La puesta en valor del paisaje a través de la educación, propuesta para el desarrollo de la Isla de Vieques (Puerto Rico) / The enhancement of landscape through education proposal for the development of the island of Vieques (Puerto Rico)

Recensión de un libro · Book Review

315 Borderías Uribeondo, M.P. & Muguruza Cañas, M.C.: *Impacto ambiental 6101301GR01A01*. (MARÍA JOSÉ AGUILERA ARILLA)

Imágenes y palabras · Pictures and words

323 FRANCISCO JOSÉ MORALES YAGO
Portmán (La Unión-Cartagena): ¿Crónica de un impacto medioambiental en vías de solución? / Portmán (La Unión-Cartagena): chronicle of an environmental impact way of solution?

Comentario de material didáctico · Comment of didactic material

327 Mendoza Vargas, Héctor (coord.): *Estudios de geografía humana de México*. (ALEJANDRO GARCÍA FERRERO)

Historia de la Geografía Española · History of Geography in Spain

335 Nota preliminar

337 AURELIO NIETO CODINA
Paisaje y Geografía en la obra de Eduardo Hernández-Pacheco / Landscape and Geography in the work of Eduardo Hernández-Pacheco