



El efecto de los cambios en la cubierta vegetal sobre la evolución de los daños por aludes en el Macizo Asturiano

The influence of changes in vegetal cover on the evolution of damaging effects of snow avalanches in the Asturian Massif

García-Hernández, C.⁽¹⁾; Ruiz-Fernández, J.⁽¹⁾; Pereira, S.⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, C/ Amparo Pedregal s/n, 33011, Oviedo, España.
cristingar@hotmail.com

⁽²⁾ Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, R. Branca 14 Edmée Marques, 1600-276 Lisboa, Portugal.

Resumen

Se analizan las características físicas y el daño generado por 126 avalanchas de nieve desencadenadas entre 1800 y 2015, relacionando las variaciones del daño con ciertos cambios experimentados en las dinámicas sociales que afectaron a la vegetación en este periodo. La información se ha obtenido a través de fuentes históricas, entrevistas, fotointerpretación y trabajo de campo. Posteriormente ha sido introducida en un sistema de información geográfica y ha sido tratada estadísticamente. Las avalanchas más dañinas se produjeron en un 75% antes de la década de 1940, recorriendo distancias cortas a medias, desencadenándose en su mayor parte por debajo del límite potencial del bosque, y afectando a asentamientos. Ciertos cambios en los usos del suelo de las áreas afectadas, especialmente aquellos que han afectado a la cubierta vegetal de las áreas de desencadenamiento, podrían explicar la progresiva disminución de los daños. Estos se concentran a finales del siglo XIX y principios del XX, en un contexto legislativo favorable a la deforestación (desamortización), coincidente con el despegue de las actividades mineras e industriales y con un crecimiento demográfico que demandaba un aprovechamiento agropecuario intenso de las áreas de monte. Desde mediados del siglo XX, el descenso de la demanda de madera autóctona y el proceso de abandono progresivo de tierras vinculado al éxodo rural, dan paso a la revegetación pasiva de áreas marginales y con ello a la recuperación del bosque protector en las áreas de desencadenamiento de las avalanchas más dañinas, explicando en buena parte el descenso de los daños causados a través del tiempo.

Palabras clave: aludes; deforestación; éxodo rural; límite del bosque; cubierta vegetal; revegetación.



Abstract

We analysed physical properties and damage of 126 snow avalanches occurred between 1800 and 2015 in the Asturian Massif. The variation of damage over time has been related with changes affecting social dynamics that could have induced to changes in vegetation cover. Data about location, avalanche paths and damages were obtained through historical sources, interviews to the population, photointerpretation and field work. Subsequently, data were introduced in a geographic information system (GIS) and were treated by statistical analysis. 75% of the most damaging avalanches occurred before 1940s: they were namely avalanches that started below the tree line, travelling small to medium distances and affecting settlements. Changes in land uses, especially those affecting the vegetation cover of the starting areas, could explain the progressive decrease of damages. The damage was concentrated in the late 19th and early 20th centuries, in a social and legal context favourable to deforestation (selling of communal and church properties and the start of mining and industrial activities), coinciding with a population peak that demanded an intense pastoral exploitation of the forest areas. Since the mid-20th century, the decline in the demand for native wood and the land abandonment related to the rural exodus resulted in to a process of passive reforestation of marginal areas and to the recovery of the protective forest in the starting areas, largely explaining the decrease in avalanche damage over time.

Key words: snow avalanches; rural exodus; tree line; land abandonment; vegetal cover; reforestation.

1. Introducción

En las principales áreas montañosas de la Península Ibérica en general y en la Montaña Cantábrica en particular, los aludes de nieve constituyen una importante amenaza para la vida humana, las propiedades materiales y el mantenimiento de las comunicaciones (Santos-González *et al.*, 2010; Vada *et al.*, 2012; Serrano *et al.*, 2016; García-Hernández *et al.*, 2017). En el Macizo Asturiano determinados episodios de avalanchas han llegado a producir cuantiosas pérdidas personales y materiales en el pasado, tal como sucedió en el invierno de 1888 (García-Hernández *et al.*, 2014; 2018). El análisis de la evolución de los daños asociados a este tipo de eventos resulta interesante porque facilita la comprensión de los factores que condicionan su aparición. Estos factores suelen estar condicionados por las propias dinámicas socioeconómicas, que influyen en el modo en que los seres humanos interactuamos con el medio. Las transformaciones que afectan a los sistemas humanos y a sus conexiones con la naturaleza guían las dinámicas de los riesgos naturales (Alcántara-Ayala, 2002), de hecho, son muchos los estudios que, analizando el riesgo

que suponen los aludes, han hecho hincapié en la importancia de los cambios que se dan en los sistemas socio-ambientales (Fuchs *et al.*, 2004; Keiler *et al.*, 2005; Podolskiy *et al.*, 2014; Héту *et al.*, 2015).

El Macizo Asturiano constituye el conjunto montañoso más occidental de los tres que integran la Cordillera Cantábrica. En él se alcanzan las mayores altitudes de todo el sector noroccidental de la Península Ibérica (Torrecerredo, 2.648 m), existiendo un buen número de cumbres que superan los 2.000 m s.n.m., junto con extensas áreas de media montaña con altitudes comprendidas entre 1.000 y 1.500 m s.n.m. Desde el punto de vista geológico, este ámbito está compuesto por rocas metamórficas y sedimentarias, principalmente de edad paleozoica. El roquedo fue plegado, fracturado y elevado durante orogenia Herciniana, y revitalizado posteriormente durante la Alpina (Pulgar *et al.*, 1999). Este intrincado armazón estructural sobre el que actúan los procesos de modelado (cursos fluviales muy encajados que labran profundas gargantas) ha dado lugar a importantes desniveles y vertientes de gran inclinación.

La notable altitud que alcanza el Macizo, junto con su cercanía al mar, hacen de él una barrera física capaz de retener los frentes oceánicos, produciendo precipitaciones que, en los puntos culminantes, pueden alcanzar los 3000 mm año⁻¹ (Muñoz, 1982). En áreas como los Picos de Europa estas precipitaciones se dan en forma de nieve entre noviembre y abril, y en los meses de enero y febrero el manto nival puede llegar a descender por debajo de los 750 m s.n.m., de modo que, la sobreacumulación de nieve y las temperaturas (no excesivamente bajas), hacen de los aludes un fenómeno muy frecuente (González-Trueba y Serrano-Cañadas, 2010). Concretamente, los frentes de origen Norte ocasionan las precipitaciones más intensas (Muñoz, 1982), y han dado lugar a algunos de los episodios de avalanchas más importantes y dañinos que han afectado a la Montaña Cantábrica (García-Hernández *et al.*, 2018). Por tanto, en la alta montaña del Macizo la nivación constituye un proceso geomorfológico dominante tal como ocurre en otras montañas peninsulares, como los Pirineos, donde los frentes de origen Norte y especialmente Noroeste, también originan las nevadas más intensas (Navarro-Serrano y López-Moreno, 2017).

Históricamente, la media montaña del Macizo Asturiano ha estado muy habitada de modo que, hasta mediados del siglo XX, el aprovechamiento de los pastos de la montaña cantábrica fue máximo (García-Fernández, 1980; Rodríguez-Pascual, 2006). Los pastos altos, ocupados estacionalmente, se ampliaban rebajando el límite superior del bosque, y las áreas en pendiente próximas a las aldeas también cumplían funciones relacionadas con el ciclo pastoril, ocupando dos terceras partes del área correspondiente al bosque (García-Fernández, 1980). En el Macizo Asturiano el límite potencial del bosque se sitúa por término medio en torno a los 1600 metros, si bien existen diferencias notables entre la vertiente norte y la sur, encontrándose en esta última generalmente a una altitud superior (Muñoz-Sobrino *et al.*, 2012). A partir de la década de 1950, coincidiendo con el desa-

rollo industrial en las ciudades, se inicia un proceso de éxodo rural que tiene como consecuencia el abandono de las actividades que sostenían el paisaje tradicional, dándose de forma secundaria una intensa recuperación de la vegetación. En la Península Ibérica este proceso ha sido especialmente estudiado en la montaña pirenaica (Lasanta y Ruiz, 1990; García-Ruiz y Lana-Renault, 2011; Lasanta *et al.*, 2011) y también en el Macizo Asturiano (Zuazúa *et al.*, 1985; Cascos, 2011; Álvarez-Martínez *et al.*, 2013), donde ha dado lugar a una recuperación del bosque en las áreas más favorables, observándose en las últimas décadas una importante extensión y densificación en altura en ciertas áreas (García de Celis *et al.*, 2004).

Son muchos los estudios que sostienen que la existencia de vegetación puede ayudar a evitar el desencadenamiento de avalanchas llegando en algunos casos a frenarlas (Gubler y Rychetnik, 1991; Newesely *et al.*, 2000; Feistl *et al.*, 2014). Concretamente, esos estudios suelen hablar de lo que se denomina bosque protector, que necesita una serie de condiciones para desarrollarse (en general debe ser un bosque denso e irregular, constituido por ejemplares de diferentes edades) (Gubler y Rychetnik, 1991). Ciertos análisis de desastres causados por aludes, de carácter histórico, han relacionado la deforestación experimentada como consecuencia de las actividades humanas con el incremento del desencadenamiento de avalanchas (Podolskiy *et al.*, 2014; Héty *et al.*, 2015).

El principal objetivo de este estudio es analizar la evolución de los daños causados por los aludes de nieve en el Macizo Asturiano y establecer una relación con determinados factores socio-ambientales que podrían haber influido en ella. Concretamente, prestaremos especial atención a los cambios inducidos en la vegetación en este periodo, e indagaremos sobre la influencia que este factor podría haber ejercido sobre la ocurrencia de daños por avalancha.

2. Metodología

Los datos relativos a la localización de los eventos y los daños producidos por cada uno de ellos se han obtenido a través de dos tipos de fuentes históricas: noticias de prensa y archivos parroquiales. Concretamente, se han analizado las noticias publicadas entre los meses de noviembre y abril, en el periodo 1800-2015, de 32 periódicos de tirada nacional y regional. Las noticias se han analizado de forma manual, recurriendo a archivos localizados en hemerotecas (en soporte digital, microficha y papel) y en repositorios virtuales. Por otro lado, se han examinado los libros de difuntos de 62 parroquias, con registros realizados entre 1800 y 1960. Posteriormente, disponiendo de la información relativa a los daños y a la localización de cada evento, los recorridos de cada una de las avalanchas fueron reconstruidos en el campo mediante evidencias geomorfológicas y testimonios de los residentes actuales de la zona. El trabajo de campo también ha permitido valorar el tipo de formación vegetal que podemos encontrar en la actualidad en las áreas de desencadenamiento de las avalanchas. Este análisis se ha complementado por medio de trabajo de campo y fotointerpretación (fotografías correspondientes al Vuelo Americano de la Serie B a escala 1/32.000, realizado en los años 1956 y 1957; Vuelo Interministerial a escala 1/18.000, realizado entre 1973 y 1986; fotografías del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea del año 2014).

La identificación de las zonas de desencadenamiento, así como de las trayectorias recorridas por los aludes, se ha realizado en tres pasos: i) localización del lugar (concejo/pueblo/paraje) en el que se produjo el suceso mediante la información facilitada por las fuentes históricas; ii) recogida de testimonios de personas conocedoras de los hechos, bien por haberlos presenciado o bien por disponer de información procedente de sus antepasados; iii) búsqueda de evidencias que permitan delimitar el área de desencadenamiento y deposición de las avalanchas (señales de acumulación o movilización de sedimentos, hue-

llas de paso de la nieve sobre la vegetación o bien antiguas marcas en árboles, etc.).

Los datos fueron introducidos en un sistema de información geográfica (SIG), realizando una cartografía que incluye 126 aludes. Para estos aludes se disponía de datos sobre la fecha y daños generados por el evento, la altitud del punto de desencadenamiento (área topográficamente más elevada del alud) y de deposición. A partir de estos datos, obtenidos en el campo, se determinó con el SIG el ángulo medio de su recorrido y de su área de desencadenamiento tal como fueron definidos por Lied y Bakkehøi (1980), así como la distancia recorrida por las avalanchas (distancia horizontal entre el punto de desencadenamiento y el punto de deposición). Por último, también se dispone de información sobre el tipo de uso del suelo en el momento del incidente. Los usos del suelo se han tipificado como asentamiento (afectación de personas o edificaciones en áreas pobladas), agro-silvo-pastoril (afectación de personas, edificaciones o animales domésticos en áreas forestales, agrícolas o de pasto), vía de comunicación (afectación de carreteras, caminos, sendas o vías de ferrocarril) o recreativo (afectación de personas o instalaciones relacionados con la práctica de actividades de ocio y deporte como el senderismo, el esquí, la escalada, etc.).

La labor cartográfica ha sido tanto más sencilla y exacta cuanto más recientes las avalanchas pues, en estos casos, la fotografía aérea puede brindarnos una información que, en el caso de las más antiguas, no está disponible. También tenemos que tener en cuenta la existencia de huellas más frescas (geomorfológicas o sobre la vegetación), unidas a los testimonios. Sin embargo, la localización de canales de aludes antiguos y no funcionales durante décadas constituía uno de los objetivos del estudio. Para ello, ha sido fundamental el testimonio de personas que hubieran sido testigos del desencadenamiento o bien hubieran recibido información de sus antepasados; circunstancia que se da con frecuencia, sobre todo cuando las avalanchas han

ocasionado daños importantes, puesto que estos constituyen un hecho excepcional en una pequeña comunidad de montaña. Aun así, tal como se expondrá en el apartado de resultados, la mayor parte de las avalanchas documentadas tuvieron que ser descartadas para el análisis (a pesar de disponer de información sobre su localización y los daños causados por ellas). La razón de este descarte fue el hecho de no disponer de los tres niveles de información; el ofrecido por las fuentes históricas, los testimonios de personas conocedoras del área y ciertas evidencias detectadas en el campo. De este modo, se ha intentado reducir la incertidumbre asociada a la realización de la cartografía de los aludes más antiguos, para muchos de los cuales no se dispuso de información suficiente que permitiese establecer sus trazados (y consiguientemente sus parámetros físicos), de forma fiable.

La información obtenida ha sido almacenada en una base de datos y ha sido analizada estadísticamente mediante el programa R, utilizando técnicas de estadística descriptiva y robusta. Para cuantificar el daño y valorar su evolución en el tiempo se ha definido un índice sintético de daño (ID). El ID se ha obtenido dando a la componente personal del daño (conformada por el número de personas fallecidas, heridas y sin hogar) un 80% del peso, y a la componente material (compuesta por el número de casas, edificios anexos, infraestructuras y vehículos dañados, muerte de animales domésticos, daños forestales e interrupciones del tráfico) otro 20% del peso. Se han creado valores discretos (alto, medio y bajo) de las distribuciones de algunas de las variables analizadas (índice de daño, ángulos, distancias recorridas). Estos valores discretos se han construido de manera que el “alto” se corresponde con el 25% superior de la distribución, el “bajo” con el 25% inferior y el “medio” acumula el 50% de los casos. Es decir, el valor bajo está por debajo del P25, el medio entre el P25 y P75, y el alto por encima del P75.

3. Resultados

Inicialmente se disponía de información relativa al lugar afectado y daños producidos por un total de 291 avalanchas. Tras descartar todos los eventos para los que no se disponía de información suficiente, se han seleccionado un total de 126 avalanchas (Figura 1). Al realizar una categorización de las avalanchas en función del ID (daño bajo: $\leq 0,2$; medio: $>0,2$ a $\leq 6,2$; alto: $>6,2$) podemos observar diferencias importantes en su distribución temporal. Si observamos la distribución del total de avalanchas, sin considerar el daño que estas causaron, comprobamos que el 50% de las mismas se dieron antes de 1936 (estando además muy próximas la media y la mediana), y el 75% del total de avalanchas se dio antes de 2002. Sin embargo, si centramos nuestra atención en el grupo de avalanchas que causaron un daño alto, el 75% ocurrieron antes de 1936 (Figura 2). En cuanto a la altura a la que se desencadenaron estas avalanchas, la mayor parte de las mismas lo hicieron por debajo de 1600 m s.n.m. (Figura 3A) causando este tipo de avalanchas más de la mitad del daño total (Figura 3B). De estas avalanchas, más del 40% afectaron a vías de comunicación causando menos de un 8% del daño total (Figura 3B).

La mayor parte del daño ocasionado por las avalanchas que se desencadenaron por debajo de 1600 m se debió a eventos que afectaron a asentamientos (Figura 3B). Por otra parte, las avalanchas que se desencadenaron por encima de 1600 m y se depositaron por debajo de este límite acaparan una parte importante del daño (46%) pese a haber implicado solamente un 33% de los eventos, lo que nos hace pensar en avalanchas que produjeron un daño medio importante. De estas, las avalanchas que afectaron a asentamientos vuelven a ser las más dañinas, acaparando un 23% de los eventos desencadenados en este segmento, casi el 70% del daño. Por último, las avalanchas desencadenadas y depositadas por encima de 1600 m implican tan sólo un 4% de los eventos y menos de un 1% del daño total. La mayor parte de estos eventos y daños

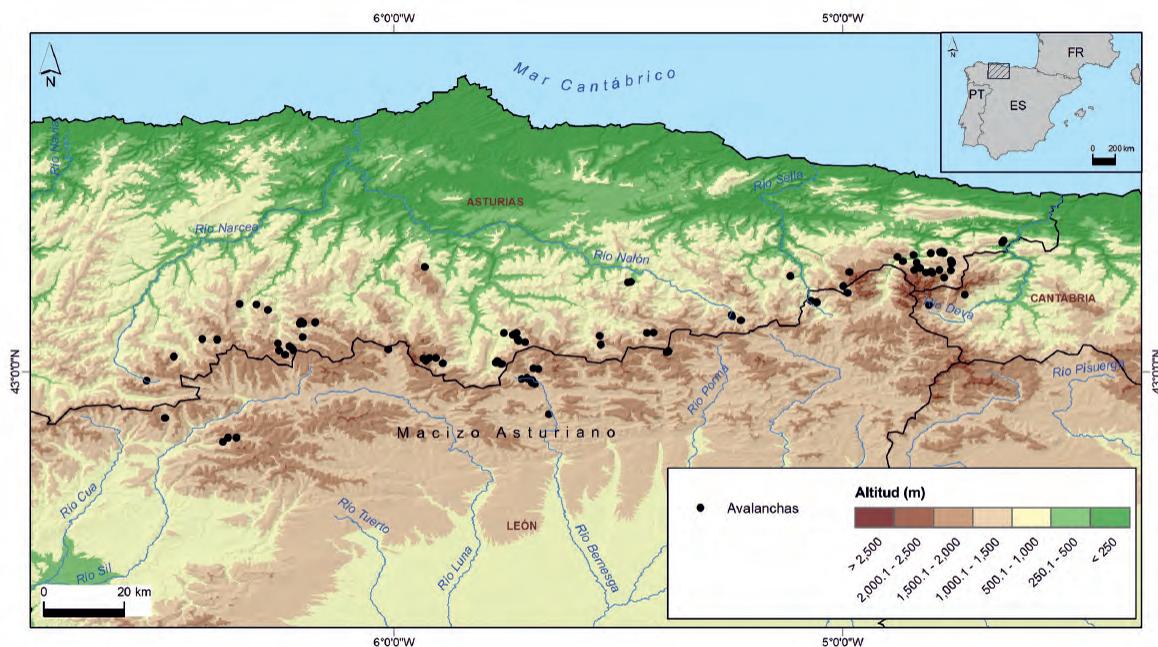


Figura 1. Mapa del Macizo Asturiano con la localización de las 126 avalanchas analizadas.
 Figure 1. Map with the location of the 126 snow avalanches in the Asturian Massif.

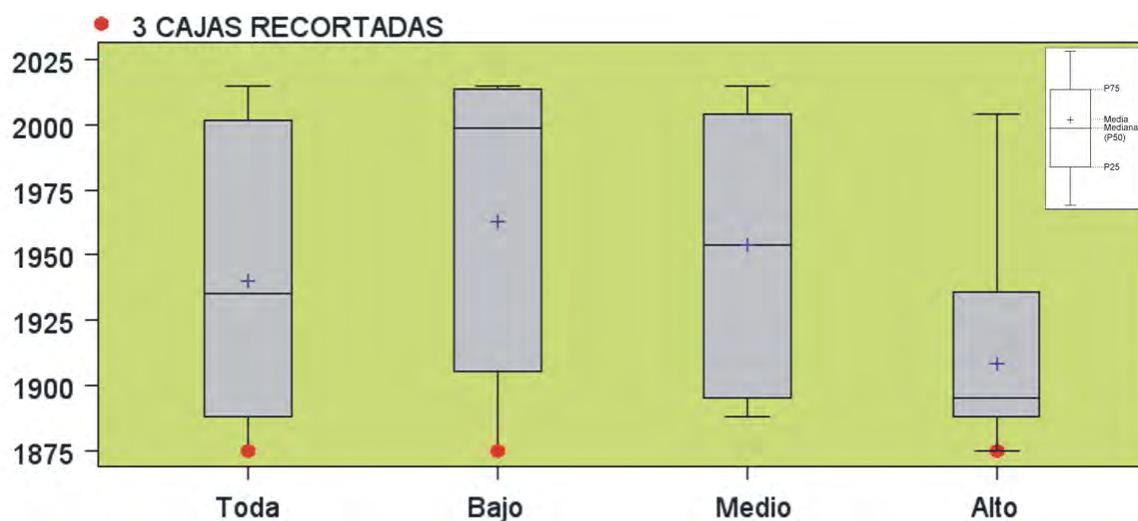


Figura 2. Distribución de los años en los que se dieron las avalanchas; para toda la muestra y en función del daño causado (grupo de avalanchas que causaron un daño bajo, medio o alto). El punto rojo indica la existencia de atípicos (estas cajas han sido recortadas).

Figure 2. Box-plot showing the distribution of snow avalanches depending on the date of occurrence and on the caused damage (high, medium and low damage). The red dot indicates the existence of outliers (these boxes have been clipped).

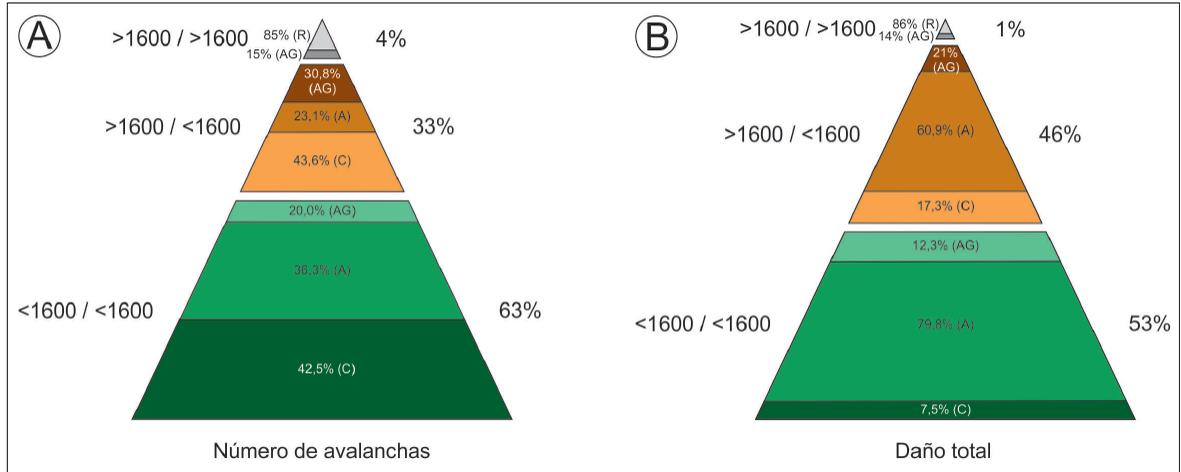


Figura 3. Distribución porcentual del número de avalanchas (A) y del daño causado (B) en función del segmento altitudinal en el que se desencadenaron y depositaron las avalanchas (desencadenadas y depositadas >1600 m; desencadenadas >1600 m y depositadas <1600 m; desencadenadas y depositadas <1600 m), y del tipo de uso del suelo al que afectaron (A: asentamientos, AG: agrosilvopastoral, C: vías de comunicación, R: uso recreativo).

Figure 3. Percentage distribution of the number of avalanches (A) and of damage (B) depending on their starting altitudinal sector and on the type of land use of the affected areas (A: settlements, AG: agrosilvopastoral, C: roads and railroads, R: recreative uses).

derivados se dieron en espacios a los que, en ese momento, se les daba un uso relacionado con actividades deportivas y recreativas.

Si realizamos una categorización de las avalanchas en función de la distancia recorrida (larga: >1375 m; media: >475 a 1375 m; corta: ≤475 m) (Figura 4) y relacionamos el daño producido por las avalanchas (en función del índice de daño) con la distancia recorrida por las mismas (en función de las categorías larga, media, corta) veremos que las más largas han producido un daño medio cuyo ID equivale a 18,6: el doble que las avalanchas que han recorrido una distancia media y seis veces la media de las que han recorrido una distancia corta (Tabla 1). La relación entre el tipo de uso que se le daba al espacio en el que se produjeron los eventos, el daño producido por los mismos, la distancia recorrida por las avalanchas y la altitud a la que se desencadenaron, evidencia que las avalanchas cortas y medias desencadenadas por debajo de 1600 m son responsables de más de la mitad del daño en los asentamientos (Figura 5B). Las avalanchas cortas y medias también son responsables de

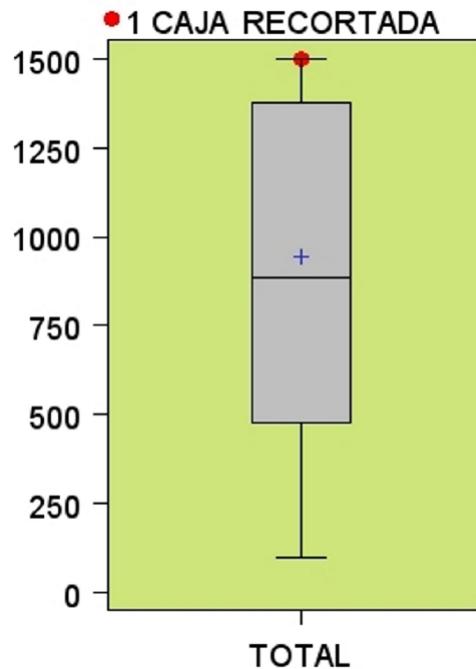


Figura 4. Distribución de las distancias recorridas por las avalanchas (en metros) para el total de la muestra.

Figure 4. Distribution of travelled distances of snow avalanches.

casi la mitad del daño en espacios de uso recreativo (Figura 5C), mientras en espacios de uso agro-silvo-pastoril y, sobre todo, en vías de comunicación, una parte importante del daño se debe a las avalanchas largas desencadenadas por encima de 1600 m (Figuras 5A y 5D).

La vegetación que actualmente coloniza las áreas de inicio de estas 126 avalanchas es arbustiva en un 34%, herbácea en un 25% y arbórea en un 21%. El 20% restante corresponde a áreas rocosas, en las que la vegetación actual es escasa o inexistente. La mitad de las áreas de despegue en las que hoy observamos vegetación arbórea no han sido funcionales desde 1900, y el 75% no lo ha sido desde la década de 1940 (Tabla 2). Por otra parte, las áreas en las que actualmente encontramos vegetación arbórea son aque-

llas en las que se desencadenaron avalanchas cuyo ID fue mayor, mostrándose superiores todos los indicadores de daño (media, mediana, percentiles 25 y 75). Por el contrario, las áreas de desencadenamiento en las que hoy observamos vegetación escasa son aquellas que han estado activas de forma más reciente, y las que muestran los indicadores de ID más bajos (Tabla 2).

El 75% de las avalanchas se dieron en pendientes cuyo ángulo medio era inferior a 32°. Si realizamos una categorización de las avalanchas en función de su ID, dividiéndolas en aquellas que han causado un daño alto, medio y bajo, podemos realizar una distribución del ángulo medio de su recorrido total y del ángulo medio de su área de desencadenamiento. Las figuras 6A y 6C muestran que ambos ángulos descienden en función del daño,

Tabla 1. Tabla que relaciona el daño causado por las avalanchas (media, mediana y percentiles del índice de daño) con la distancia recorrida en función de si esta fue corta, media o larga.

Table 1. Table relating the damage index (mean, median and percentiles) with the travelled distance (small, medium and large).

	Índice de daño (ID)			
	Media	Mediana	P25	P75
Distancia corta	3,2	0,4	0,2	1,2
Distancia media	9,9	3,2	0,4	15,4
Distancia larga	18,9	5	0,4	23,6

Tabla 2. Tabla que relaciona el tipo de vegetación presente en las áreas de desencadenamiento en la actualidad con el daño causado por las avalanchas (media, mediana y percentiles del índice de daño) y con el año de desencadenamiento.

Table 2. Table relating the current type of vegetation cover of the starting areas to the damage index (mean, median and percentiles) and to the year of occurrence.

	Arbórea	Arbustiva	Herbácea	Vegetación escasa
ID (Media)	18,6	8,7	10,7	4,9
ID (Mediana)	11,1	1,2	3,0	0,4
ID (P25)	0,6	0,4	0,2	0,2
ID (P75)	24,2	5,2	11,3	6,4
Año (media)	1914	1944	1940	1963
Año (mediana)	1896	1936	1937	1990
Año (P25)	1888	1888	1895	1934
Año (P75)	1944	2004	1993	2009

de modo que las avalanchas que han causado daño alto concentran los ángulos más bajos, si bien las diferencias entre los grupos son más claras en el caso de los ángulos medios del recorrido total (Figura 6A). Por último, si realizamos esa misma distribución en función

del tipo de uso del espacio en el momento del evento, comprobamos que en los asentamientos los ángulos son menores en general (Figuras 6B y 6D), si bien esta diferencia es, de nuevo, más acusada en el caso de los ángulos medios del recorrido total (Figura 6B).

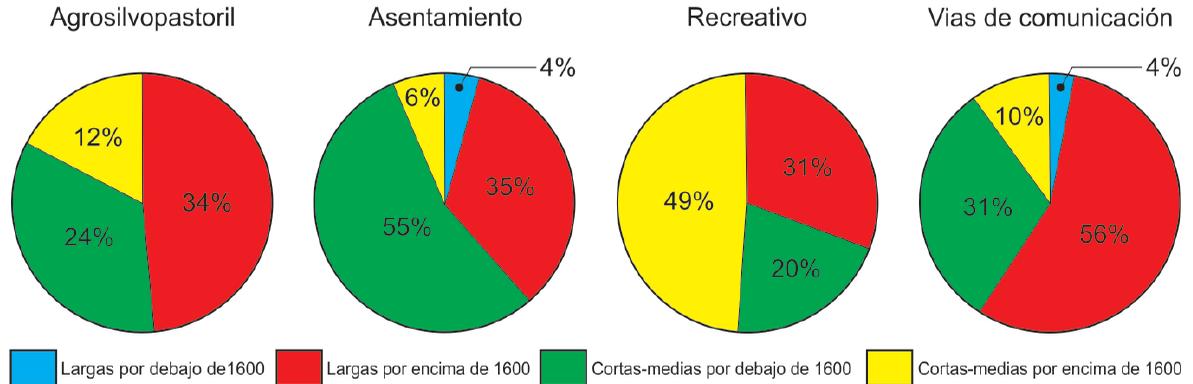


Figura 5. Distribución del daño causado por las avalanchas en función del tipo de uso del suelo al que afectaron, la altitud a la que se desencadenaron y la distancia que recorrieron (larga >1375 m, corta-media ≤1375 m).
 Figure 5. Percentage distribution of damage depending on the type of land use of the affected areas, the starting point altitude and the travelled distance.

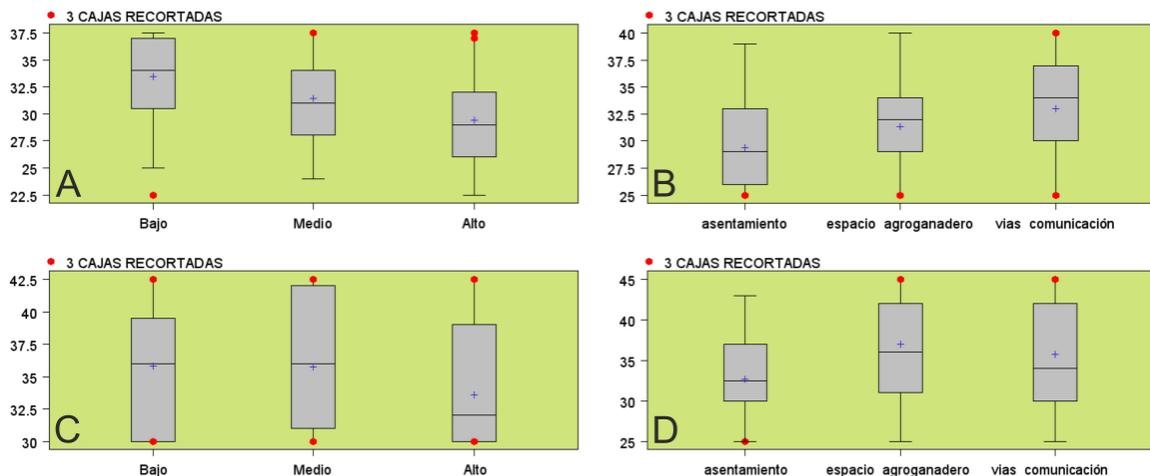


Figura 6. Distribución de los ángulos de recorrido completo en función de si causaron daño alto, medio o bajo (A) y en función del tipo de uso del suelo al que afectaron (B). Distribución de los ángulos de desencadenamiento en función de si causaron daño alto, medio o bajo (C) y en función del tipo de uso del suelo al que afectaron (D).

Figure 6. Distribution of average angles of the avalanche paths depending on the caused damage (high, medium and low) (A) and depending on the type of land use of the affected areas (B). Distribution of angles of starting areas depending on the caused damage (C) and on the type of land use of the affected areas (D).



Figura 7. Cambios observables en la vegetación en el entorno de diferentes asentamientos de montaña del Macizo Asturiano. Brañas de Arriba y al fondo el Cueto Arbas a principios de la década de 1920, en fotografía de B. Membiola copartida por Tous pa Tous (col. J. López Álvarez) (A) y el mismo paisaje en 2017 (B). Brañas de Arriba y al fondo el Monte del Gato en 1927, fotografía de Fritz Kruger cedida por el *Museu'l Pueblu d'Asturies* (C) y el mismo paisaje en 2017 (D). Llamera (Cangas del Narcea) en 1927, fotografía de Fritz Kruger cedida por el *Museu'l Pueblu d'Asturies* (E) y el mismo paisaje en 2017.

Figure 7: changes affecting vegetation in the surroundings of different mountain settlements in the Asturian Massif. Brañas de Arriba and Cueto Arbas at the beginning of the 1920s, in photograph by B. Membiola copartida por Tous pa Tous (col. J. López Álvarez) (A) and the same landscape in 2017 (B). Brañas de Arriba and El Monte del Gato in 1927, photograph by Fritz Kruger donated by the Museu'l Pueblu d'Asturies (C) and the same landscape in 2017 (D). Llamera (Cangas del Narcea) in 1927, photograph by Fritz Kruger donated by the Museu'l Pueblu d'Asturies (E) and the same landscape in 2017.

4. Discusión

La mayor parte de los eventos documentados se dieron por debajo del límite potencial del bosque causando un elevado daño, fundamentalmente en asentamientos. Este hecho resulta llamativo teniendo en cuenta que, en teoría, el bosque denso tiene la capacidad de estabilizar la cubierta nival evitando el desencadenamiento de avalanchas o incluso frenándolas (aunque es posible que se diera un mayor número de avalanchas que las detectadas por encima del límite del bosque, pero que, al localizarse a mucha altitud, estar alejadas de los núcleos de población y no causar daños materiales o personales, no fueron documentadas). Por otro lado, las avalanchas más dañinas son también las más antiguas, ocurriendo en su mayor parte antes de la década de 1940. Por tanto, debemos considerar la posible influencia de los cambios inducidos en la vegetación en el periodo analizado.

Los daños son especialmente intensos en el último tercio del siglo XIX y primero del XX, dándose el 75% de las avalanchas más dañinas antes de 1936. Durante el siglo XIX, momento en el que el sistema agrario tradicional basado en la explotación intensiva de las áreas de cultivo y de pasto era plenamente vigente en el Macizo Asturiano, la montaña septentrional de la Península Ibérica experimentó un aumento de la presión demográfica (Anglada *et al.*, 1980). En este contexto se dieron las sucesivas leyes de Desamortización, proceso que facilitó la venta y posterior tala de gran parte de los montes públicos, propiciando la etapa de destrucción forestal más grave de la historia de España, que se prolongaría hasta finales del siglo XIX (Bauer, 1980). Si bien en la vertiente norte del Macizo amplias superficies quedaron exceptuadas, la privatización fue especialmente intensa a partir de 1860, cuando el Catálogo de Montes de Utilidad Pública endureció los criterios para exceptuar de la venta los bosques públicos de montaña, situación que no fue corregida hasta finales de siglo (Fernández-García, 2006). Además, el gran despegue de la minería implicó una importante deforestación en el Macizo de forma

que, solo en la parte asturiana, el consumo anual de madera para la minería (en su mayoría de procedencia autóctona) pasó de 5.511 m³ en 1850 a 200.000 m³ en la primera década del siglo XX (Valdés *et al.*, 2003). Por otro lado, en las últimas décadas del siglo XIX se llevaron a cabo las primeras intervenciones relevantes para la construcción del entramado de comunicaciones del Macizo, como el trazado ferroviario de alta montaña del Pajares, como consecuencia de cuya construcción se produjeron importantes movimientos de tierra y se deforestaron amplias áreas en la montaña del Macizo (García-Hernández *et al.*, en prensa).

En el Macizo Asturiano, a partir de la década de 1940, se realizaron grandes repoblaciones a base de especies de crecimiento rápido, consiguiendo así que disminuyera el consumo de las especies del bosque autóctono que crecían en las áreas montañosas, al ser sustituidas por madera de eucalipto (Morales, 1982). Por otro lado, debemos considerar el proceso de revegetación que se ha dado, a partir de mediados del siglo XX, como consecuencia del desmoronamiento del modelo de gestión tradicional de los espacios de montaña. Este factor, relacionado con el abandono progresivo de la actividad agraria y con el descenso de la presión demográfica, podría haber contribuido notablemente a la disminución de los daños por avalancha gracias a la proliferación de bosque allí donde la sucesión vegetal se ha completado. También debemos tener en cuenta la progresiva especialización en la cría de vacuno, que se intensifica a partir de 1940 (Fernández-García, 2006). Buena parte del ganado pasó entonces a estar constituido por vacas de razas foráneas especializadas en la producción de leche y estabuladas, mientras desaparecían los rebaños concejiles de cabras (Ortega-Valcárcel, 1989; Rodríguez-Pascual, 2006). El ganado caprino ejerce una importante labor en el control de biomasa (Osoro *et al.*, 2000; Álvarez-Martínez *et al.*, 2013) y era precisamente en las zonas de mayor pendiente (aquellas en las que podrían desencadenarse movimientos en masa) donde solían pastar (García-Fernández, 1980). De hecho,

existen estudios que relacionan la disminución del pastoreo con cabras en áreas de fuerte pendiente con el aumento de la extensión de bosque protector frente a avalanchas (Gubler y Rychetnik, 1991; Bebi *et al.*, 2001).

Una vez disminuye la deforestación, la actividad de las avalanchas dependerá de la capacidad de recuperación de la vegetación (Germain *et al.*, 2005) siendo determinante la intensidad del uso previo y el tiempo desde el abandono, así como la frecuencia de paso de avalanchas, ya que estas pueden entorpecer el crecimiento de los árboles (Tasser *et al.*, 2007). En este estudio comprobamos que el daño crece a medida que la pendiente media (tanto de las áreas de desencadenamiento como de los recorridos totales) decrece, siendo las avalanchas en asentamientos, aquellas en las que las pendientes medias son menores. Esto indica que las avalanchas más dañinas, concretamente aquellas que han afectado a asentamientos, se han desencadenado en áreas de pendiente moderada, en las que se dan eventos menos frecuentemente que en las pendientes acentuadas (Lied y Bakke-*høi*, 1980). Esto habría permitido que, precisamente en aquellas laderas en las que se han desencadenado las avalanchas más dañinas, la sucesión vegetal haya sido más rápida y exitosa. Contribuye a fortalecer esta hipótesis el hecho de que el bosque cubra actualmente las áreas de desencadenamiento de las avalanchas más dañinas y antiguas, activas, en su mayor parte, antes de mediados de la década de 1940. En la actualidad, la confluencia de todos los factores mencionados ha dado lugar a una notable recuperación de la vegetación allí donde las condiciones son favorables, algo que puede ser constatado a simple vista en numerosas áreas de montaña del Macizo Asturiano y, muy especialmente, en el sector occidental (Figura 7), donde el sustrato predominante, conformado por cuarcita, pizarra y arenisca, favorece el desarrollo de suelos profundos que facilitan el proceso de revegetación.

El efecto protector del bosque es óptimo en avalanchas que se desencadenan por debajo

del límite potencial del bosque, especialmente cuando son medias o pequeñas (Teich *et al.*, 2012). Esto justificaría la disminución de buena parte de los daños pues los asentamientos (los cuales concentran la mayor parte del daño total), fueron el tipo de espacio en el cual las avalanchas pequeñas y medianas desencadenadas por debajo del límite potencial del bosque causaron un mayor porcentaje del daño (55%). Sin embargo, el efecto protector del bosque es muy limitado cuando hablamos de avalanchas grandes que arrancan por encima de ese límite (Teich *et al.*, 2012; Feistl *et al.*, 2014). Por tanto, la disminución de este tipo de avalanchas (que han contribuido a generar un 35% del daño en asentamientos y han sido por término medio las más dañinas) sería difícilmente explicable solamente a partir del crecimiento forestal. Otros factores, como el abandono o la infra-ocupación de algunos de los asentamientos afectados en el pasado (o de su registro), podrían explicar la reducción de los daños allí donde las avalanchas se hayan repetido.

Por último, dejando a un lado el efecto protector del bosque, debemos considerar los posibles efectos nocivos del proceso de revegetación, relacionados sobre todo con la disminución del interés paisajístico y con el aumento del riesgo de incendios (Hunziker, 1995; Pausas y Keekey, 2009; Lasanta *et al.*, 2011). Además, algunas estrategias para el control de biomasa (por ejemplo, las quemadas de matorral), de uso muy extendido en ciertas áreas del Macizo, pueden implicar un incremento del riesgo de avalancha al causar incendios capaces de reactivar las áreas de desencadenamiento (Santos-González *et al.*, 2010). Por esta razón, parece necesaria una valoración del riesgo que podrían implicar las acciones de limpieza cuando afectan a ciertos espacios ya que, además, la revegetación pasiva suele darse de forma más exitosa en las áreas de desencadenamiento de las avalanchas (Bebi *et al.*, 2009). En este sentido, existen estudios que demuestran que los bosques pastados de forma controlada pueden conservar la suficiente densidad para detener las avalanchas (Bebi *et al.*, 2001; Mayer

y Stöckli, 2005), lo que haría aconsejable el mantenimiento de este tipo de actividades tradicionales siempre que se den de forma controlada en aquellos espacios en los que existe riesgo de avalanchas.

5. Conclusiones

Tanto el número de avalanchas dañinas como la magnitud de los daños causados fueron especialmente elevados a finales del siglo XIX y principios del XX. Este periodo coincide con un ciclo de máximo aprovechamiento agropecuario de las áreas de montaña, debido a la elevada presión demográfica, coincidente en el tiempo con la deforestación inducida por el despegue de las actividades mineras e industriales. Las talas masivas, además, se vieron favorecidas por un contexto legislativo propicio (la desamortización). En la primera mitad del siglo XX la explotación de las áreas de montaña continuó siendo intensa. Sin embargo, a partir de la década de 1940 se produce una pérdida progresiva de importancia del sector agropecuario, dándose un descenso de la presión demográfica en las áreas de montaña. La disminución del pastoreo y de la deforestación con fines minero-industriales ha favorecido la recuperación espontánea de la vegetación, la cual ha sido especialmente exitosa en áreas de pendiente moderada, que son aquellas en las que se dieron las avalanchas más dañinas (afectando preferentemente a los asentamientos). Este proceso de deforestación inducida por el ser humano y posterior reforestación espontánea, explica el hecho de que la mayor parte de los eventos y daños hayan sido causados por avalanchas que se desencadenaron por debajo del límite potencial del bosque, ya que dichas avalanchas se produjeron, en general, antes de 1940.

En el desarrollo de este estudio se ha comprobado la dificultad y el elevado nivel de incertidumbre que van aparejados a la elaboración de cartografías que traten de reproducir las trayectorias de aludes que se produjeron varias décadas atrás. Para esta labor la guía inicial ha sido la información aparecida en las

fuentes históricas, si bien la colaboración con personas concededoras del lugar afectado y de su historia ha sido fundamental, apoyándonos en la información ofrecida por estas personas para localizar y evaluar en el campo las posibles evidencias. A pesar de esto, casi una tercera parte de los eventos documentados a través de las fuentes históricas no pudieron llegar a ser incluidos en este análisis, por no disponer de evidencias suficientes para su cartografiado.

En definitiva, los cambios producidos en la vegetación en el área estudiada parecen haber influido en la evolución de los daños por avalancha a lo largo de estos 215 años, dando lugar a un aumento de los mismos coincidiendo con periodos de intensa interacción con el medio, y a una atenuación debido a la revegetación espontánea que se ha dado en las últimas décadas, en las cuales la presión sobre los ambientes de montaña se ha reducido considerablemente. No obstante, teniendo en cuenta otros efectos nocivos del proceso de revegetación, como el aumento del riesgo de incendios y la pérdida de valor paisajístico, parece necesario encontrar un equilibrio entre el abandono del medio y la sobre-explotación del mismo. En este sentido, el pastoreo moderado constituye una alternativa racional para el control de todos estos aspectos, al colaborar al mantenimiento de los paisajes tradicionales y constituir una herramienta útil para evitar los incendios, siendo además compatible con el mantenimiento del efecto protector del bosque frente a las avalanchas.

Agradecimientos

Cristina García-Hernández agradece su apoyo a Kaleidos y al programa FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte [número de contrato MECD-15-FPU14/01279]. La investigación de Susana Pereira ha sido financiada por el proyecto FORLAND – Hydrogeomorphologic risk in Portugal: driving forces and application for land use planning [número de contrato PTDC/ATPGEO/1660/2014] de la Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

Bibliografía

- Alcántara-Ayala, I. (2002). Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47, 107-124. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00083-1](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00083-1)
- Álvarez-Martínez, J., Gómez-Villar, A., Lasanta, T. (2013). The use of goats grazing to restore pastures invaded by shrubs and avoid desertification: a preliminary case study in the Spanish Cantabrian Mountains. *Land Degradation & Development*, 27, 3-13. <https://doi.org/10.1002/ldr.2230>
- Anglada, S., Balcells, E., Creus, J., García-Ruiz, J.M., Martí, C.E., Puigdefábregas, J. (1980). *La vida rural en la montaña española: orientaciones para su promoción*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad de Zaragoza, Jaca, 133 pp.
- Bauer, E. (1980). *Los montes de España en la historia*. Ministerio de Agricultura. Madrid, 610 pp.
- Bebi, P., Kienast, F., Schönenberger, W. (2001). Assessing structures in mountain forests as a basis for investigating the forests' dynamics and protective function. *Forest Ecology and Management*, 145 (1), 3-14. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00570-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00570-3)
- Bebi, P., Kulakowski, D., Rixen, C. (2009). Snow avalanche disturbances in forest ecosystems—state of research and implications for management. *Forest ecology and Management*, 257 (9), 1883-1892. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.050>
- Cascos, C. (2011). La simplificación y la uniformidad crecientes en los paisajes ganaderos de la montaña húmeda de Castilla y León: el ejemplo de Babia y Luna. *Polígonos. Revista de Geografía*, 21, 149-178. <http://dx.doi.org/10.18002/pol.v0i21.29>
- Feistl, T., Bebi, P., Teich, M., Bühler, Y., Christen, M., Thuro, K., Bartelt, P. (2014). Observations and modeling of the braking effect of forests on small and medium avalanches. *Journal of Glaciology*, 60 (219), 124-138. <https://doi.org/10.3189/2014JoG13J055>
- Fernández-García, F. (2006). La quiebra del modelo histórico de organización de la Montaña Cantábrica. En: *La Montaña Cantábrica, una montaña viva* (C. Delgado-Viñas, ed.). Cátedra Cantabria, Parlamento de Cantabria y Universidad de Cantabria, Santander, 79-98.
- Fuchs, S., Bründl, M., Stötter, J. (2004). Development of avalanche risk between 1950 and 2000 in the municipality of Davos, Switzerland. *Natural Hazards and Earth System Science*, 4 (2), 263-275. <https://doi.org/10.5194/nhess-4-263-2004>
- García de Celis, A.J., Guerra Velasco, J.C., Martínez Fernández, L.C. (2004). Los abedulares de la Omaña Alta (León): notas sobre dinámica vegetal y cambios en el aprovechamiento de los montes. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 38, 245-260.
- García-Fernández, J. (1980). *Sociedad y organización tradicional del espacio en Asturias*, Silverio Cañada, Gijón, 190 pp.
- García-Hernández, C., Ruiz-Fernández, J., Sánchez de Posada, C., Poblete, M.A. (2014). El impacto del episodio avalanchoso de 1888 en el Macizo Asturiano, a través de la prensa. En: *Avances, métodos y técnicas en el estudio del periglaciario* (A. Gómez-Ortiz, F. Salvador, M. Oliva, M. Salvá, eds.), Universitat de Barcelona, Barcelona, 55-64.
- García-Hernández, C., Ruiz-Fernández, J., Sánchez-Posada, C., Pereira, S., Oliva, M., Vieira, G. (2017). Reforestation and land use change as drivers for a decrease of avalanche damage in mid-latitude mountains (NW Spain). *Global and Planetary Change*, 153, 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.05.001>
- García-Hernández, C., Ruiz-Fernández, J., Sánchez-Posada, C., Pereira, S., Oliva, M. (2018). An extreme event between the Little Ice Age and the 20th Century: the snow avalanche cycle of 1888 in the Asturian Massif (Northern Spain). *Cuadernos de Investigación Geográfica*. <https://doi.org/10.18172/cig.3386>
- García-Hernández, C., Ruiz-Fernández, J., Oliva, M., Gallinar, D. (en prensa). El episodio de movimientos en masa asociado a los temporales de nieve de 1888, en el Macizo Asturiano. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*.
- García-Ruiz, J.M., Lana-Renault, N. (2011). Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region – A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140, 317-338. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.01.003>
- Germain, D., Fillion, L., Héту, B. (2005). Snow avalanche activity after fire and logging disturbances, northern Gaspé Peninsula, Quebec, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 42, 2103-2116. <https://doi.org/10.1139/e05-087>
- González-Trueba, J.J., Serrano-Cañadas, E. (2010). La nieve en los Picos de Europa: implicaciones

- geomorfológicas y ambientales. *Cuadernos de investigación geográfica*, 36(2), 61-84. <https://doi.org/10.18172/cig.1238>
- Gubler, H., Rychetnik, J. (1991). Effects of forests near the timberline on avalanche formation. En: *Snow, Hidrology and Forest in High Alpine Areas, Proceedings of the Vienna Symposium*, IAHS, 205, 19-37.
- Hétu, B., Fortin, G., Brown, K. (2015). Climat hivernal, aménagement du territoire et dynamique des avalanches au Québec méridional: une analyse à partir des accidents connus depuis 1825. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 52 (5), 307-321. <https://doi.org/10.1139/cjes-2014-0205>
- Hunziker, M. (1995). The reforestation in abandoned agricultural lands: perception and aesthetic assessment by local and tourists. *Landscape and Urban Planning*, 31, 399-410. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(95\)93251-J](https://doi.org/10.1016/0169-2046(95)93251-J)
- Keiler, M., Zischg, A., Fuchs, S., Hama, M., Stötter, J. (2005). Avalanche related damage potential – changes of persons and mobile values since the mid-twentieth century, case study Galtür. *Natural Hazards and Earth System Science*, 5, 49-58. <https://doi.org/10.5194/nhess-5-49-2005>
- Lasanta, T., Ruiz, P. (1990). Especialización productiva y desarticulación espacial en la gestión reciente del territorio en las montañas de Europa occidental. En: *Geoecología de las áreas de montaña* (J.M. García-Ruiz, ed.), Geoforma, Logroño, pp. 267-295.
- Lasanta T., Vicente-Serrano S.M., Arnáez J. (2011). La revegetación en áreas de montaña. ¿Dejar hacer o intervenir en el territorio? *Geographica*, 59-60, 199-211.
- Lied, K., Bakkehøi, K. (1980). Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographic parameters. *Journal of Glaciology*, 26(94), 165-177. <https://doi.org/10.1017/S0022143000010704>
- Mayer, A. C., Stöckli, V. (2005). Long-Term Impact of Cattle Grazing on Subalpine Forest Development and Efficiency of Snow Avalanche Protection. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 37 (4), 521-526. [https://doi.org/10.1657/1523-0430\(2005\)037\[0521:LIOC GO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1657/1523-0430(2005)037[0521:LIOC GO]2.0.CO;2)
- Morales, G. (1982). La explotación de los recursos forestales en Asturias. *Ería*, 3, 35-54. <https://doi.org/10.17811/er.0.1982.35-54>
- Muñoz, J. (1982). Geografía Física. El relieve, el clima, las aguas. En: *Geografía de Asturias* (F. Quirós, Ed.). Ayalga, Oviedo.
- Muñoz-Sobrino, C., Suarez-Perez, F.J., Nava-Fernandez, H.S., Fernandez-Casado, M.A., Gomez-Orellana, L., Rodriguez-Guitian, M.A., Fernandez-Prieto, J.A., Ramil-Rego, P. (2012). Environmental changes in the westernmost Cantabrian Range during the postglacial period: the Pena Velosa (Muniellos, Asturias) pollen record. En: *Environmental Changes and Human Interaction along the Western Atlantic Edge*. Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário, Coimbra, pp. 79-94.
- Navarro-Serrano, F., López-Moreno, J.I. (2017). Spatio-temporal analysis of snowfall events in the Spanish Pyrenees and their relationship to atmospheric circulation. *Cuadernos de investigación geográfica*, 43(1), 233-254. <https://doi.org/10.18172/cig.3042>
- Newesely, C., Tasser, E., Spadinger, P., Cernusca, A. (2000). Effects of land-use changes on snow gliding processes in alpine ecosystems. *Basic and Applied Ecology*, 1 (1), 61-67. <https://doi.org/10.1078/1439-1791-00009>
- Ortega-Valcárcel, J. (1989). La economía de montaña, una economía de equilibrio. *Ería*, 19, 115-128.
- Osoro, K., Vassallo, J.M., Celaya, M.R., Martínez, A. (2000). Resultados de la interacción vegetación por manejo animal en dos comunidades vegetales naturales de la Cordillera Cantábrica. *Investigación agraria. Producción y sanidad animales*, 15, 137-158.
- Pausas, J.G., Keeley, J.E. (2009). A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience*, 59 (7), 593-601. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.7.10>
- Podolskiy, E.A., Izumi, K., Suchkov, V. E., Eckert, N. (2014). Physical and societal statistics for a century of snow-avalanche hazards on Sakhalin and the Kuril Islands (1910-2010). *Journal of Glaciology*, 60 (221), 409-430. <https://doi.org/10.3189/2014JogG13J143>
- Pulgar, J.A., Alonso, J.L., Espina, R.G., Marín, J.A. (1999). La deformación alpina en el basamento varisco de la Zona Cantábrica. *Trabajos de Geología*, 21, 283-294.
- Rodríguez-Pascual, M. (2006). Evolución de la ganadería y el paisaje en la zona meridional de la Cordillera Cantábrica. En: *La Montaña Cantábrica, una montaña viva* (C. Delgado-Viñas, ed.). Universidad de Cantabria, Santander, 197-205.
- Santos-González, J., Redondo-Vega, J.M., Gómez-Villar, A., González-Gutiérrez, R.B. (2010). Los aludes de nieve en el Alto Sil (Oeste de la Cordillera Cantábrica, España). *Cuadernos de In-*

- investigación Geográfica*, 36, 7-26. <https://doi.org/10.18172/cig.1224>
- Serrano, E., Gómez-Lende, M., Pisabarro, A. (2016). Nieve y riesgo de aludes en la montaña cantábrica: el alud de Cardaño de Arriba, Alto Carrión (Palencia). *Polígonos. Revista de Geografía*, 28, 239-264. <https://doi.org/10.18002/pol.v0i28.4295>
- Tasser, E., Walde, J., Tappeiner, U., Teutsch, A., Nogler, W. (2007). Land-use changes and natural reforestation in the Eastern Central Alps. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118 (1), 115-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.05.004>
- Teich, M., Bartelt, P., Grêt-Regamey, A., Bebi, P. (2012). Snow avalanches in forested terrain: Influence of forest parameters, topography, and avalanche characteristics on runout distance. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 44 (4), 509-519. <https://doi.org/10.1657/1938-4246-44.4.509>
- Vada, J.A., Frochoso, M., Vilaplana, J.M. (2012). Evaluación y cartografía del riesgo de aludes en el camino PR-PNPE 21 de acceso a la Vega de Urriellu, Picos de Europa (Noroeste de España). *Cuaternario y Geomorfología*, 26 (1-2), 29-47.
- Valdés, C.M.M., Fernández, P.M.D., Sánchez, L. G. (2003). Tercer inventario forestal nacional 1997-2006: La transformación histórica del paisaje forestal en Asturias. Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Subdirección General de Montes.
- Zuazúa, M.T., Luis, E., Navascúes, E. (1985). Primeras etapas de la sucesión del pastizal en campos de cultivo abandonados en las tierras altas de León. *Pastos*, 15, 9-19.