

# **El fenómeno de los aludes a través de un itinerario didáctico en el Macizo Asturiano**

## **The phenomenon of snow avalanches through an educational itinerary in the Asturian Massif**

### **Le phénomène des avalanches à travers un itinéraire didactique dans le Massif Asturien**

#### **RESUMEN**

Se presenta un itinerario didáctico en relación al fenómeno de las avalanchas de nieve en la montaña central del Macizo Asturiano. A través de siete paradas en espacios afectados por los aludes se analizan las características y factores causales, los efectos sobre el paisaje y las medidas de mitigación adoptadas. Los datos ofrecidos han sido extraídos de fuentes históricas y trabajo de campo, en el desarrollo de una investigación específica. Al ofrecer nuevos datos y analizar en detalle algunos eventos históricos, este trabajo contribuye a ampliar el conocimiento sobre el fenómeno de los aludes y su impacto en la Montaña Cantábrica. Pese a la inexistencia de itinerarios específicos sobre riesgos, los resultados de este trabajo muestran que este fenómeno resulta abordable a través de este recurso didáctico, constituyendo una herramienta eficaz para la educación ambiental en lo relativo a la ocurrencia de desastres y su necesaria prevención.

#### **PALABRAS CLAVE**

Avalanchas de nieve; desastre natural; itinerario didáctico; Macizo Asturiano; Montaña Cantábrica

#### **ABSTRACT**

We present an educational itinerary with seven stops, in relation to the snow avalanche phenomenon in the central mountain of the Asturian Massif. Several considerations are made about the phenomenon itself (characteristics and causal factors), its effects on landscape, socio-economic impact and mitigation measures. Data are mainly extracted from historical sources and field work. This study contributes to improve the knowledge about the phenomenon of avalanches and its impact in the Cantabrian Mountain. The results show that this phenomenon can be addressed through this didactic resource, constituting an effective tool for environmental education in relation to the occurrence of disasters and their prevention.

#### **KEYWORDS**

Asturian Massif; Cantabrian Mountain; educational itinerary; natural disaster; Snow avalanches

#### **RÉSUMÉ**

Un itinéraire didactique est présenté en relation avec le phénomène des avalanches dans le Massif Asturien. Au travers de sept arrêts dans des espaces affectés par les avalanches, les caractéristiques et les facteurs causaux, les effets sur le paysage et les mesures d'atténuation adoptées sont analysés. Les données proposées ont été extraites

de fuentes históricas y de trabajos sobre el terreno, durante la elaboración de una investigación específica. Al ofrecer nuevas datos y al analizar en detalle ciertos acontecimientos históricos, este trabajo contribuye a ampliar los conocimientos sobre el fenómeno de la avalancha y su impacto sobre la montaña cantábrica. A pesar de la ausencia de itinerarios específicos sobre los riesgos, los resultados de este trabajo muestran que este fenómeno es accesible a través de esta herramienta didáctica, constituyendo una herramienta eficaz de educación ambiental en relación con la ocurrencia de desastres y su necesaria prevención.

## **MOTS CLÉS**

Avalanches de neige; désastre naturel; itinéraire éducatif; Massif Asturien; Montagne Cantabrique

## **1. INTRODUCCIÓN**

La utilización del término “servicios del ecosistema” se ha hecho común en muchos de los estudios que, desde la Geografía y ciencias afines, analizan el concepto de paisaje en relación a aspectos funcionales, identitarios, patrimoniales, de gestión y de sostenibilidad (Tengberg *et al.*, 2012; Plieninger *et al.*, 2015; Ungaro *et al.*, 2016). Dentro de los servicios que los ecosistemas, bien sean naturales o culturales, pueden prestar, el educativo es uno de los más valiosos (Mocior y Kruse, 2016). El paisaje, al sintetizar las relaciones establecidas en un entorno determinado entre los componentes de origen natural y antrópico, contiene un enorme potencial didáctico por su capacidad reveladora, su esencia interdisciplinar, su versatilidad, su inmediatez, su perceptibilidad y su disponibilidad.

Los itinerarios didácticos constituyen uno de los mejores recursos al alcance del profesorado para la enseñanza del paisaje y la Geografía (García-Ruiz, 1997; Autor/a, 2002; García de la Vega, 2004). Con su aplicación se rompe la rigidez que generalmente existe en las interacciones que se dan en el aula, haciéndose más flexible y fluida la comunicación entre profesorado y alumnado, mediante la atenuación de los roles. Además, los itinerarios pedagógicos fomentan la puesta en práctica de destrezas propias de la Geografía como son la observación *in situ*, la graficidad y la realización de cartografía, así como la comprensión de las relaciones existentes entre los elementos que integran el paisaje. Estos itinerarios permiten trabajar competencias básicas y objetivos transversales como la interacción con el medio físico, la comunicación lingüística, los valores sociales y éticos, la comprobación de hipótesis previas, la creatividad, la motivación, el interés por la investigación, así como la adecuada valoración del patrimonio natural y cultural, al tiempo que se fragua una actitud responsable hacia dicho patrimonio (Gómez-Ortiz, 1986; Piñeiro Peleteiro, 1997; Sánchez Ogallar, 1995; Mínguez, 2010; López y Segura, 2013). Si bien pueden ser utilizados en los distintos niveles educativos, es en la enseñanza secundaria y en la universitaria donde son especialmente recomendables (García-Ruiz, 1997).

En relación a los riesgos naturales, son pocos los trabajos que abordan la utilización con fines didácticos de paisajes y lugares de interés geomorfológico, incluso a nivel internacional. Sólo en la última década esta cuestión ha comenzado a ser explorada (Garavaglia y Pelfini, 2011; Pagliarulo, 2015; Zgłobicki *et al.*, 2015; Reynard y Coratza, 2016), siendo aún más escasas las publicaciones que plantean esta cuestión al respecto de eventos históricos (Coratza y De Waele, 2012; Niculiță y Mărgărint, 2017). Sin embargo, el interés de los lugares que han experimentado catástrofes o desastres

naturales en el pasado es máximo si pensamos que, en muchos casos, los eventos son recurrentes y, por tanto, los paisajes se encuentran en permanente situación de riesgo. A esto hay que añadir el hecho de que, tanto si se han tomado las medidas adecuadas para prevenir el riesgo, como si estas no han sido adoptadas, la visita a estos lugares permite conocer y valorar las medidas de mitigación, y contribuye a la concienciación de la necesidad de mantener un equilibrio en las relaciones entre la naturaleza y las sociedades humanas. De hecho, los programas educativos basados en la valoración de este tipo de espacios constituyen en sí mismos modos de mitigación del riesgo (Coratza y De Waele, 2012). Todo ello justifica el desarrollo de trabajos que, como este, tratan de explotar el valor didáctico de los paisajes afectados por riesgos naturales, tanto en el pasado como en la actualidad.

En nuestro país, aunque hasta la fecha han sido publicados numerosos itinerarios didácticos, los cuales han tratado temáticas geográficas muy diversas tales como los paisajes naturales y culturales, rurales y urbanos, mineros e industriales, o bien aspectos geomorfológicos o relacionados con la vegetación (ej. López Limia, 1989; Autor/a, 2002; Benito y Díez Herrero, 2004; Mínguez, 2010; Redondo, 2010; Crespo, 2012; González Cárdenas *et al.*, 2017; Autor/a *et al.*, 2017c), no hemos podido constatar la existencia de publicaciones basadas en itinerarios didácticos sobre riesgos naturales. Tal vacío carece de justificación habida cuenta de la importancia del fenómeno a tratar, perfectamente abordable a través de este recurso didáctico, cuyas virtudes ya han sido señaladas.

Por ello, el presente itinerario pretende dar a conocer el paisaje de montaña (más concretamente el de la montaña cantábrica) precisamente a través de una de sus principales problemáticas socio-ambientales, el riesgo natural inducido por factores climáticos. Este objetivo se conseguirá mostrando al alumnado las causas y consecuencias de uno de los eventos más peligrosos al que se enfrentan los habitantes y visitantes de la montaña asturleonera, las avalanchas de nieve. Y se hará mediante explicaciones basadas en los datos obtenidos en el transcurso de una investigación específica. Los objetivos concretos que se pretenden conseguir con este itinerario pedagógico consistirán en que el alumnado:

- Profundice en las condiciones nivometeorológicas que posibilitan la formación de los aludes y condicionan su capacidad damnificadora.
- Estudie los factores geográficos (relacionados con el relieve y la vegetación) involucrados en el desencadenamiento de avalanchas.
- Comprenda las consecuencias sociales, económicas y paisajísticas del fenómeno de los aludes.
- Tome conciencia de la implicación de ciertos factores socio-territoriales en la generación de desastres naturales.
- Conozca las medidas de protección y prevención activa y pasiva que pueden tomarse ante este tipo de eventos.

## **2. METODOLOGÍA**

Para conseguir estos objetivos realizaremos un recorrido que incluirá siete localizaciones del Macizo Asturiano (situadas tanto en la montaña asturiana como en la leonesa), las cuales han sido afectadas por aludes de forma recurrente, a lo largo de la historia (Imagen 1). En algunos casos esta recurrencia es anual, mientras que en otros los aludes se dan con periodos de retorno superiores a 50 años. Durante el recorrido nos apoyaremos en explicaciones que abordarán la problemática desde un punto de vista

general, pero también reproduciremos detalladamente aquellos eventos que, bien por su espectacularidad o por lo funesto de sus consecuencias, merecen ser recordados. De este modo contribuiremos a dotar de trascendencia a un fenómeno que, por su excepcionalidad y por afectar a espacios alejados de las grandes áreas urbanas, suele ser ignorado.

A la hora de confeccionar el presente itinerario didáctico se ha tenido en cuenta la metodología usualmente utilizada, descrita en trabajos precedentes (ej. [Sánchez Ogallar, 1995](#); [Autor/a, 2002](#)), e integrada por tres fases u etapas sucesivas:

- *Fase de planificación general.* En ella se debe concretar el tema central, que deberá estar relacionado con conocimientos previos del alumnado. También se determinarán los objetivos, características del alumnado (nivel educativo, diversidad, número de personas, etc.), la duración y el medio de transporte necesario. En este caso, el itinerario puede ser fácilmente adaptado a diferentes niveles educativos (desde la educación secundaria hasta la de postgrado). La actividad puede ser completada en unas 8 horas, siendo necesario el apoyo de un autobús de 35-40 plazas. El itinerario consta de siete paradas; los recorridos a pie serán cortos y asequibles para personas de cualquier edad y condición física, aunque se recorrerán pequeños tramos de caminos no asfaltados. Las explicaciones se darán en lugares abiertos en los que hay cabida para grupos de hasta 40 personas. Por último, si bien la realización de este itinerario en los días posteriores a una nevada permitiría contemplar de forma directa algunos de los fenómenos comentados (canales de aludes activos, etc.), en esos momentos, la nieve puede dificultar el acceso a los lugares seleccionados y ocultar muchos de los detalles a los que se hará mención durante las explicaciones (la topografía de los canales, aspectos relativos a la cubierta vegetal, etc.). Por esto, y también por razones de temperatura y duración del día, recomendamos realizar el itinerario durante los meses de mayo a octubre. En cualquier caso, la decisión de optar por una u otra opción dependerá de los aspectos sobre los que el docente que dirija la actividad quiera hacer mayor hincapié.
- *Fase de recogida y selección de materiales.* Esta segunda etapa consiste en recopilar toda la información disponible sobre la temática a tratar y el espacio por el que discurrirá el itinerario, seleccionando los contenidos relevantes ([Gómez Ortiz, 1986](#); [Sánchez Ogallar, 1995](#)). En este caso se ha recurrido a fuentes bibliográficas para apoyar algunas de las explicaciones, sin embargo, la mayor parte de los datos ofrecidos proceden de una investigación específica y se basan en la consulta de diferentes fuentes históricas, en la recolección de datos basados en testimonios, así como en el trabajo de campo desarrollado en el entorno de cada una de las paradas. Por un lado, se ha consultado la prensa histórica, concretamente los ejemplares de 14 publicaciones periódicas de tirada provincial y nacional. La información obtenida a través de la prensa ha sido contrastada y completada mediante la consulta de archivos parroquiales de los ámbitos afectados, así como con entrevistas a la población local. Los testimonios han sido obtenidos a través de 16 entrevistas personales a habitantes de los pueblos de Tuíza Riba<sup>1</sup>, Tuíza Baxo,

---

<sup>1</sup> En este trabajo se emplea la toponimia oficial aprobada para los concejos asturianos de Lena (Decreto 74/2005 de 7 de julio anunciado en el BOPA del 26 de julio de 2005) y Aller (Decreto 30/2008 de 8 de abril anunciado en el BOPA del 24 de abril de 2008). Los cambios en la toponimia han concluido hasta ahora en 66 de los 78 concejos de Asturias y, con su aprobación, los nombres tradicionales de los lugares pasan a ser empleados en la cartelería, en la cartografía y en la documentación oficial.

Payares, Tonín de Arbás, Ruayer y Felechosa. El método de las entrevistas ha sido seleccionado porque permite reducir el número de interpelados y reduce los rechazos respecto a métodos como el de la encuesta (Blanchet y Gotman, 1992). Las entrevistas han sido guiadas a través de un cuestionario en el que figuran preguntas abiertas relacionadas con el tipo de evento que se analiza, invitando al testigo a dar, en general, la información que recuerda; pasando después a una segunda parte en la que se pregunta de forma concreta por hechos documentados en las fuentes históricas. Estos testimonios han sido fundamentales para guiar nuestro trabajo de campo, localizar los lugares en los que se desencadenaron los aludes y determinar sus trayectorias, y las estructuras impactadas por ellos.

- *Fase de elaboración.* Finalmente, se procederá a confeccionar los materiales específicos que detallarán los objetivos, contenidos, cuestiones organizativas y tareas prácticas previstas para antes, durante y después de la salida. Es aconsejable suministrar al alumnado un dossier en el que se incluya un mapa con el recorrido y las paradas previstas, las actividades a realizar y materiales complementarios. En este caso las actividades pueden ser muy variadas, si bien consideramos especialmente recomendable la realización de fichas de observación (Gómez Ortiz, 1988), dejando el resto de tareas abiertas a la creatividad, los enfoques y los intereses particulares de cada docente.

### 3. CONSIDERACIONES PREVIAS SOBRE LOS ALUDES

De forma previa al itinerario resulta necesario explicar qué es un alud y qué factores propician su ocurrencia. Un alud es “...una porción del manto nivoso que se desprende y se desplaza por una vertiente por la ruptura del equilibrio entre las fuerzas resistentes al movimiento (cohesión del manto nivoso, fricción y anclajes) y las fuerzas motrices (componente tangencial del peso del manto nivoso más la de cualquier sobrecarga que éste pueda experimentar, como el paso de un esquiador, de un animal, caídas de piedras, etc.)” (Furdada, 2006, pág. 74). Además de ejercer una importante actividad modeladora, los aludes suponen una amenaza para la vida de personas y animales, para la cubierta forestal y para la conservación de edificaciones e infraestructuras. La condición indispensable para que se desencadene un alud es la presencia de vertientes con inclinaciones de 25 a 55° (McClung y Schaerer, 2006) y, lógicamente, la existencia de precipitaciones de nieve. Sin embargo, en función de la altitud, la morfología y rugosidad de las vertientes, la presencia o ausencia de vegetación, la cantidad de nieve acumulada y el modo en que dicha nieve evolucione una vez depositada (influida por las condiciones meteorológicas de cada momento), los aludes pueden darse o no y, si se dan, estos factores condicionarán su tipología y grado de desarrollo.

Existen diversas clasificaciones en cuanto a las tipologías de aludes. En este trabajo nos ceñiremos a la actualmente utilizada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), tomada de la establecida en 1981 por la Comisión Internacional de Nieve y Hielo de la UNESCO. Esta clasificación ha sido empleada en diferentes estudios desarrollados en nuestro país (Hernández-Holgado, 2014; Fernández-Cañadas et al., 2015) y resulta adecuada para ser utilizada con fines didácticos por su simplicidad, y por aunar criterios genéticos y morfológicos:

- 1) Aludes de nieve reciente: presentan una salida puntual y se traducen en un aerosol de nieve seca y muy fría que desciende a gran velocidad. El contenido de agua líquida es mínimo. Suelen producirse durante las nevadas, o bien poco después de ellas. La ligereza de la nieve seca y fría impide que se desencadenen si no existe

una inclinación suficiente, por lo que no suelen darse en pendientes inferiores a los 40° y son frecuentes por encima de 45°.

- 2) Aludes de placa seca: su salida es lineal, generalmente dejan cicatrices importantes, permitiendo identificar el lugar de desencadenamiento. Se producen debido a la rotura de placas que constituyen áreas de acumulación de nieve compacta y más bien seca, formadas por efecto del viento. Estas placas suelen descomponerse en grandes bloques de nieve que bajan rodando por la pendiente. Lo más frecuente es que se den en pendientes entre 30 y 45°.
- 3) Aludes de fusión o de nieve húmeda: su desencadenamiento suele ser puntual, aunque también puede ser lineal en el caso de los aludes en placa húmeda. El contenido de agua líquida es máximo. Se desencadenan con la subida de las temperaturas debido a la fusión masiva, y descienden de forma más lenta debido a la enorme densidad de la nieve. Por esta misma razón, pueden llegar a desencadenarse en pendientes de 25°. Se dan con mayor frecuencia en los meses de primavera, aunque las lluvias y las subidas bruscas de temperatura pueden dar lugar a estos aludes en cualquier mes del invierno. Algunos aludes de fusión pueden tener gran capacidad erosiva, llegando a arrancar y/o arrastrar vegetación, fragmentos de roquedo y formaciones superficiales a su paso. Cuando esto ocurre, hablamos de “aludes de fondo”. En cambio, los aludes de placa y de nieve reciente suelen tener carácter superficial, al movilizar sólo una parte del espesor de la nieve depositada; en este caso hablamos de “aludes de superficie”.

En España las investigaciones sobre aludes son abundantes en los Pirineos, estando vinculadas muchas de ellas a la elaboración de cartografías de peligrosidad (Mases y Vilaplana, 1991; Furdada y Martí, 1995; Julián y Chueca, 1999; Julián *et al.*, 2000), o bien al estudio de aludes de gran magnitud, de episodios de avalanchas destacables y de aspectos morfológicos y/o sedimentológicos (Furdada y Vilaplana, 1998; Cáncer, 2002; Chueca *et al.*, 2010; Biescas *et al.*, 2003). En la Montaña Cantábrica los estudios específicos sobre aludes han tenido un desarrollo menor, pese a la existencia de numerosos sectores en los que es frecuente su desencadenamiento. Cabe destacar el trabajo pionero de Castañón (1984) sobre el Prau l'Albo (Alto Huerna), en el que estudia el papel de los aludes como agente modelador; el de Wozniak y Marquínez (2004), que incluye mapas de susceptibilidad de aludes a escala de Asturias; el de Santos *et al.* (2010), que realizan una cartografía de riesgo de aludes en el Alto Sil, al igual que Vada *et al.* (2012) en el camino de acceso a la Vega del Urriellu; el de González-Trueba y Serrano (2010) que analizan aspectos relativos a la nieve y los aludes en los Picos de Europa, y el de Serrano *et al.* (2016) en el que se estudian los factores causales y efectos dañinos de un gran alud en el Alto Carrión. Finalmente, Autor/a *et al.* (2017a, 2017b) analizan la evolución de los daños por alud en el Macizo Asturiano desde 1800, y la posible influencia de los cambios en la vegetación en la disminución del daño por alud, mientras que Autor/a *et al.* (2014, 2018a) analizan en detalle los factores meteorológicos, topográficos y socioeconómicos implicados en los daños asociados al ciclo de avalanchas acontecido en el Macizo Asturiano en 1888, conocido coloquialmente como “La Nevadona” o “La Nevada de los Tres Ochos”.

#### 4. RESULTADOS: LAS AVALANCHAS DE NIEVE EN EL MACIZO ASTURIANO A TRAVÉS DE UN ITINERARIO DIDÁCTICO

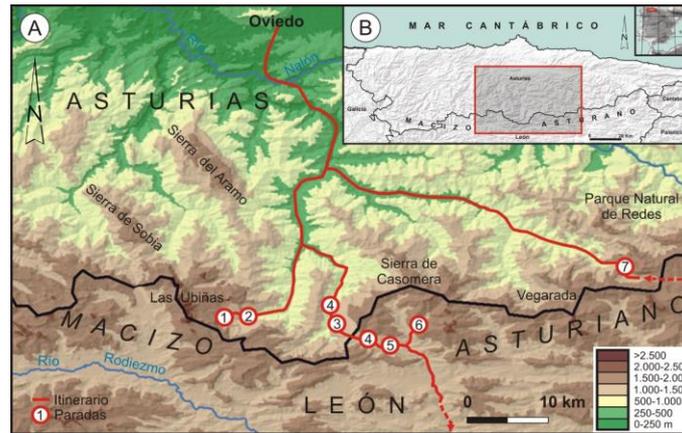
El ámbito a recorrer en el itinerario, situado en el sector central del Macizo Asturiano ([Mapa 1](#)), tiene buena accesibilidad tanto desde el centro de Asturias como desde León, a través de vías de comunicación de alta capacidad como la A-66. Concretamente, se visitarán dos núcleos de la vertiente asturiana del Macizo de las Ubiñas (Tuíza Riba y Tuíza Baxo, en Asturias), se efectuará una parada en el núcleo de Payares (Asturias), otra en los alrededores de Busdongo (León) para estudiar la incidencia histórica de los aludes sobre la vía férrea que discurre entre Campomanes y Villamanín, otra en Tonín de Arbás (León) y, por último, se concluirá el itinerario explicando la incidencia recurrente de los aludes en los alrededores de la Estación invernal de San Isidro (León) y en el Puerto Braña o Puerto de San Isidro (Asturias).

#### *4.1. Parada 1: Tuíza Riba*

Unos 900 m por encima del pueblo de Tuíza Riba (o “Cimera”), se levanta la alineación de cumbres del Prau l’Albo (2.120 m s.n.m.), cuya vertiente suroriental cumple con las condiciones topoclimáticas indispensables para el desencadenamiento de aludes: una inclinación importante pero que, a su vez, permite acumulaciones de nieve de notable espesor, y una abundante insolación, especialmente en primavera. Estos factores permiten que, durante los meses de marzo y abril, se originen aludes de fusión con importante capacidad erosiva; aludes de fondo que, a menudo, llegan a interrumpir el camino que lleva a la Vega l’Meicín ([Castañón, 1984](#)). La predominancia de vegetación herbácea en las áreas de desencadenamiento también constituye un factor favorecedor para los aludes ya que, la existencia de una cubierta vegetal de porte arbóreo, cuando es suficientemente densa, es capaz de evitar el desencadenamiento ([Gubler y Rychetnik, 1991](#)). En la actualidad podemos observar numerosos canales de aludes caracterizados por su trayectoria rectilínea y su forma de tobogán, a cuyos pies aparecen conos en los que se acumulan materiales heterométricos. Estas morfologías pueden ser apreciadas en toda su magnitud tomando el sendero que, desde Tuíza Riba, nos lleva al Meicín. Por tanto, los aludes pueden constituir un agente geomorfológico modelador con importantes efectos en el paisaje ([Castañón, 1984](#)).

Pero este fenómeno también implica una amenaza para el pueblo de Tuíza Riba y avalanchas de dimensiones excepcionales han llegado a causar importantes daños. El siete de enero de 1895 un alud se canalizó por el valle que ocupa el río Huerna, alcanzando el pueblo de Tuíza Riba 500 metros aguas abajo ([Imagen 1](#)), donde arrasó 4 casas acabando con la vida de 5 personas e hiriendo gravemente a una sexta, que pasó más de 24 horas entre los escombros y la nieve, antes de ser desenterrada. Aunque una persona que es alcanzada directamente por un alud tiene pocas probabilidades de sobrevivir más allá de unos minutos si no es rescatada (siendo corriente la muerte por asfixia), el tiempo de supervivencia aumenta para aquellas personas que son alcanzadas en el interior de edificaciones, siempre que el entramado de dichas construcciones permita la formación de un embolsamiento de aire. Si bien no es frecuente que se den estas circunstancias, la supervivencia de algunas personas durante varias horas, e incluso días antes de ser rescatadas, se ha dado en varias ocasiones en el Macizo Asturiano; tal es el caso del alud de Payares del 27 de febrero de 1888, o el de Veigas (Somiedo) del 13 de marzo de 1803.

*Mapa 1. Localización del itinerario didáctico en el contexto del Macizo Asturiano con indicación de las paradas (1 a 7).*



El alud de Tuíza también arrasó la tapia del cementerio y el pórtico de la iglesia, dos paneras, un molino y 5 establos, matando a 21 vacas, tres caballos y 100 cabezas de ganado lanar<sup>2</sup>. Su recorrido exacto no está claro; según el testimonio de algunos vecinos pudo haberse desencadenado al norte del área conocida como los Puertos de Cerreos, o bien desde las estribaciones meridionales del Prau l'Albo. La cantidad de nieve acumulada fue tal, que los vecinos se vieron obligados a labrar un túnel a través de la nieve para poder realizar el funeral de los fallecidos, alguno de los cuales tardó días en ser recuperado de entre la nieve. Este fue, sin duda, el alud más mortífero de cuantos se han producido en dicho pueblo, si bien ese mismo año, el 22 de enero, una nueva avalancha que descendió del Prau l'Albo sepultó a cuatro personas que se encontraban cuidando al ganado en Las Pedrosas, en la trasera del pueblo, consiguiendo sobrevivir solamente una de ellas<sup>3</sup>. De forma más reciente, en la década de 1990, otro gran alud desencadenado a media ladera en la vertiente oriental de las cresterías del Prau l'Albo, descendió por las Vallinas de Corisco rozando dos edificaciones del pueblo y alcanzando a un camión que se encontraba estacionado en la zona que hoy ocupa el aparcamiento, junto al Centro de Recepción de Visitantes del Parque Natural de las Ubiñas.

El pueblo de Tuíza Ribas se encuentra en una “zona de sombra” en cuanto a la acción de los aludes se refiere. De este modo, podemos considerar que, la mayor parte de las viviendas, se encuentran más o menos resguardadas respecto a las avalanchas que suelen desencadenarse desde los cordales que presiden el pueblo. Esta ubicación no es casual; ha sido elegida por sus moradores, conocedores del riesgo que implican los aludes, a los que también se refieren como “ádenes”, “movidas de neve”, “fanos de neve”, o “polvorines” cuando son de nieve reciente. Sin embargo, para llegar a su ubicación óptima, los distintos elementos que conforman el poblado han ido modificando su ubicación a medida que, sucesos extraordinarios como los anteriormente descritos, han demostrado la necesidad de abandonar ciertas zonas. Es decir, existe un mecanismo de reajuste en la ordenación territorial, impuesta por la respuesta de los habitantes de los pueblos afectados.

Debemos señalar, sin embargo, que este mecanismo no siempre funciona de forma óptima, ya que los periodos de recurrencia de los aludes, que en ocasiones superan los 50 e incluso los 100 años, dificultan el mantenimiento del recuerdo colectivo de estos sucesos. En este punto cabe hacer una reflexión, ya que podemos observar que los

<sup>2</sup> El Carbayón 11/01/1895

<sup>3</sup> El Carbayón 24/01/1895

lugares afectados por las avalanchas citadas siguen estando ocupados por edificaciones e infraestructuras en la actualidad ([Imagen 1](#)). Este hecho debe servirnos como ejemplo del gran peligro que encierra la desmemoria de este tipo de eventos que, en sí misma, supone un riesgo. De ahí la importancia que tiene la recuperación de lo sucedido en el pasado. No es lo habitual que una avalancha alcance las proporciones de las anteriormente descritas, sin embargo, eventos extraordinarios como los sucedidos en 1895, podrían volver a darse.

*Imagen 1. Tuíza Riba, a la sombra del promontorio del Prao l'Albo. Los aludes, que descienden a ambos lados del cordal, arrinconan al pueblo, cuyos elementos buscan resguardarse de sus efectos. Las casas que observamos en el extremo de la izquierda (A) ocupan el espacio que fue arrasado por el alud de 1895. En el centro, en primer término, aparece el edificio del Centro de Recepción (con grandes ventanales) junto al que se encuentra el aparcamiento (B). Ambas estructuras se encuentran parcialmente en la trayectoria de descenso de los aludes.*



#### 4.2. Parada 2: Tuíza Baxo

Aproximadamente a un kilómetro de distancia, aguas abajo, nos encontramos con el pueblo de Tuíza Baxo (o “Fondera”). La configuración espacial de esta aldea también se ha visto condicionada por los aludes. En este caso el principal peligro procede de la vertiente sur del cordal de Siegalavá (2.131 m s.n.m.), que flanquea por el norte el valle del Huerna. El 27 de febrero de 1888, durante la segunda de las cuatro grandes nevadas que se sucedieron entre el 14 de febrero y el 8 de abril de 1888 ([Autor/a et al., 2018a; 2018b](#)), desde esta vertiente se desencadenó un alud de consecuencias funestas. Durante aquella nevada, en estos pueblos se alcanzaron espesores superiores a los 5 metros; la nieve depositada fue responsable del desencadenamiento de un gran alud que descendió por la zona conocida como la Mortera<sup>4</sup> de Tuíza Baxo ([Imagen 2](#)), arrasando dos edificaciones destinadas al cuidado del ganado ubicadas en las praderías de Veguellina y Villaquemá (o Villaquemada), matando a 35 cabezas de ganado. Posteriormente se adentró en el área habitada, donde se deslizó sobre la nieve ya caída, que cubría en aquel momento los tejados de la mayor parte de las casas. El alud destruyó cuatro viviendas y un hórreo, causando la muerte de cuatro personas. La prensa refleja la noticia sin dar fecha exacta para el evento y diciendo lo siguiente: “...una avalancha ha destruido tres casas, sin que afortunadamente haya habido desgracias personales, y dos

---

<sup>4</sup> Una mortera es un espacio de uso comunal destinado a pasto o a cultivo en función de las necesidades del pueblo. La Mortera de Tuíza Baxo era utilizada por aquel entonces principalmente para el pasto y estaba ubicada a media ladera entre las cumbres de Siegalavá y el pueblo.

establos en los que quedaron enterradas cinco vacas”<sup>5</sup>. Sin embargo, el trabajo de campo, las entrevistas y el manejo de otras fuentes han permitido concretar que, efectivamente, este alud causó los daños anteriormente señalados.

*Imagen 2. Actualmente, 120 años después de la última gran avalancha, los cambios inducidos en el paisaje de Tuíza Baxo son notables; el área de Villaquemá fue abandonada y destinada a pasto, y el pueblo se retiró hacia el interior, apartándose de la carretera y dejando entre la misma y las primeras casas una distancia de unos 50 m.*



Llama nuestra atención la existencia de un sector actualmente desocupado que se encuentra en mitad del pueblo, un espacio a través del que, con anterioridad, según el testimonio de los vecinos, el núcleo tuvo continuidad. Por tanto, en este caso, vuelve a funcionar el reajuste territorial inducido por el fenómeno de los aludes.

En este pueblo, los aludes pueden también descender desde el Monte l’Cutu, que flanquea el valle por el sur. En el invierno de 1937 se desencadenó en este lugar la última avalancha importante, que ocasionó daños en varias edificaciones, razón por la cual en este monte “*ta vedao valtár*”<sup>6</sup>. En el concejo de Lena el aprovechamiento del espacio agropecuario fue máximo a finales del siglo XIX y principios del XX (Autor/a, 1989). La ausencia de vegetación arbórea en las vertientes que rodeaban los pueblos, durante los períodos de sobreexplotación (pasto intensivo, etc.), ha sido una de las causas implicadas en el desencadenamiento de aludes dañinos en el Macizo Asturiano (Autor/a et al., 2017a).

#### 4.3. Parada 3: Payares

Realizamos la cuarta parada en el pueblo de Payares (o Pajares), situado a unos 1.000 m s.n.m. Debemos recordar, en primer lugar, el protagonismo que este pueblo ha tenido tradicionalmente por ser lugar de paso y vía de comunicación preferente con la Meseta, especialmente desde finales del siglo XIX, cuando se construyó la Rampa. La historia de este puerto de montaña, sin embargo, se ha visto condicionada por las frecuentes nevadas que le afectan, habiéndose registrado en él espesores que podemos considerar auténticos récord en el contexto del Macizo, y que han sido la causa de constantes alteraciones en el tráfico ferroviario y por carretera: por ejemplo durante los temporales de 1888, cuando llegaron a acumularse 7 metros sobre los raíles.

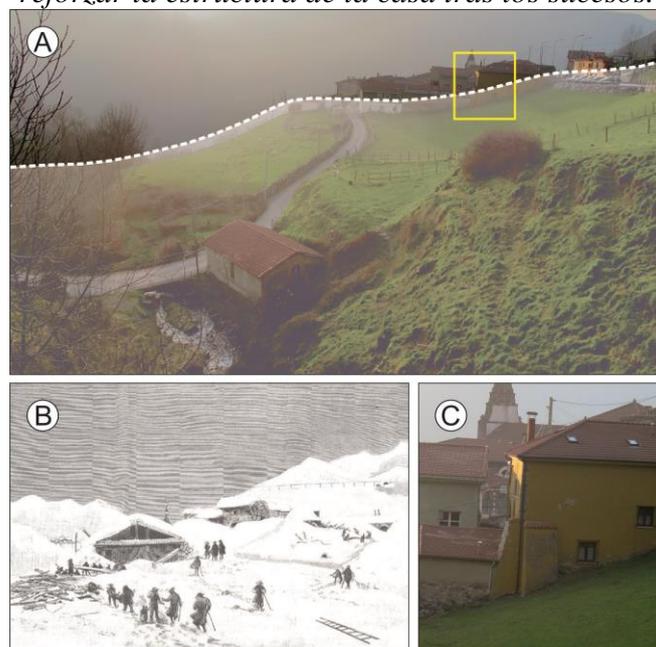
Adentrándonos en el pueblo de Payares llegaremos al puente sobre el río Fayedo; el pequeño valle lateral abierto por dicho río ha sido aprovechado como corredor de aludes por el que desciende la nieve que, previamente, se acumula en la zona conocida como Las Carvás del Monío, a unos 1.700 m s.n.m. En Payares este lugar es conocido como la

<sup>5</sup> El Carbayón 03/03/1888.

<sup>6</sup> Según testimonio del alcalde pedáneo, en dicho monte “está prohibida la tala” para evitar los aludes.

Poza l'Arzo; el viento del norte o del noroeste resulta especialmente peligroso, ya que tiende a formar cornisas de nieve en la cumbre, siendo recomendación conocida entre los vecinos “*non dir pa la fuente que tá xunto l'rió cuando la Poza l'Arzo tien sobrecexo*”<sup>7</sup>.

*Imagen 3. A) El canal labrado por el río Fayedo es aprovechado para el descenso de avalanchas cuyo volumen, en ocasiones, sobrepasa sobradamente el ancho de la riega. El alud de 1888 alcanzó en su descenso el área de pasto en la que, de forma previa, existían unas veinte edificaciones. B) La segunda imagen, un grabado publicado por La Ilustración Española y Americana en marzo de 1888, muestra los efectos de dicho alud, y algunas de las tareas de desescombro en los días posteriores. C) En la esquina inferior derecha de la casa amarilla observamos el contrafuerte que fue añadido para reforzar la estructura de la casa tras los sucesos.*



Si bien han sido muchos los aludes que han descendido por este canal ([Imagen 3A](#)), es obligado recordar el desencadenado a las 12 del mediodía del 27 de febrero de 1888 ([Imagen 3B](#)), que fue capaz de destruir completamente cuatro casas, dañando otras 18 edificaciones, causando la muerte de 9 personas así como de 60 reses, y dando lugar a un depósito que, según testigos presenciales, superó los 30 m de espesor. Las construcciones afectadas por este evento ocupaban el espacio junto al puente que hoy, sin embargo, se encuentra vacante y ha sido destinado a pasto ([Imagen 3A](#)). Las casas que aparecen junto a esa orla vacía resultaron parcialmente dañadas por aquel alud, y en una de ellas podemos observar la existencia de un contrafuerte con el que se buscó reforzar la estructura del edificio tras aquel suceso ([Imagen 3C](#)). Esto vuelve a recordarnos la importante capacidad modeladora que, sobre el paisaje natural y rural, tiene el fenómeno de los aludes.

#### 4.4. Parada 4: los aludes en la vía férrea entre las localidades de Campomanes (Asturias) y Busdongo (León).

<sup>7</sup> “No ir a la fuente que está junto al río cuando en la Poza l'Arzo hay una cornisa de nieve”.

Las abruptas pendientes de las vertientes que flanquean el valle de Payares, con extensas áreas de acumulación nival por encima de los núcleos de población y las infraestructuras, justifican la repercusión que el fenómeno de los aludes ha tenido en sus pueblos y, también, en las vías de comunicación que lo atraviesan. Al ascender por el valle se puede observar un complejo trazado ferroviario conocido como La Rampa. Se trata de un prodigio ingenieril de finales del siglo XIX, que permitió salvar en este sector el abrupto relieve del Macizo Asturiano a través de una complicada red ferroviaria, conformada por numerosos túneles y viaductos. Aún en la década de 1970, casi 100 años después de su inauguración (el último tramo que comunicaba Campomanes con Busdongo se inauguró en 1884), la Rampa seguía siendo considerada uno de los pasos ferroviarios de montaña más complejos y peligrosos de Europa (Rowe, 1989).

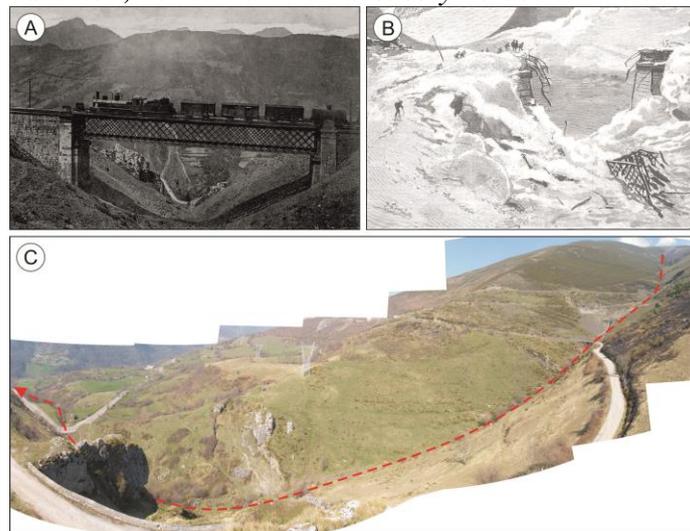
Los eventos más significativos que han afectado a la vía férrea en dicho tramo se han concentrado especialmente en las inmediaciones de la estación de Payares. La vaguada de Matarredonda, por la que desciende el arroyo Entrambasaguas, fue testigo de uno de los aludes más espectaculares de cuantos se han dado en la historia del valle: el 27 de febrero de 1888 un alud, que se estimó podría haber movilizó unos 40.000 m<sup>3</sup> de nieve, se desprendió de la cabecera torrencial que corona el alto de Matarredonda (1.761 m s.n.m.) arrasando el viaducto de hierro que por entonces salvaba dicha vaguada (situado unos 600 metros más abajo) (Imagen 4A y 4B), atravesando la carretera y depositándose después en el fondo de valle, situado a más de 1 km del punto de arranque (Imagen 4C).

El viaducto, que había sido inaugurado solamente cuatro años antes de este suceso, fue sustituido por otro idéntico y volvió a ser alcanzado por un alud siete años después, el 5 de febrero de 1895. En este caso los daños fueron menores y pudieron ser reparados sin necesidad de reponer la estructura; sin embargo, en las décadas siguientes, el viaducto siguió viéndose amenazado por los aludes de manera que, finalmente, fue sustituido por un gran terraplén que actualmente ocupa el fondo de la vaguada (Imagen 4C). A la sustitución de este y otros viaductos también contribuyó de forma decisiva el mayor peso que suponían las máquinas tras la electrificación de la vía. Hoy, los aludes encuentran una barrera en la trinchera de tierra sobre la que se asienta el trazado ferroviario, sin embargo, ante un alud de proporciones similares al desencadenado en la madrugada del 27 de febrero de 1888, tanto las vías como la carretera N-630 que comunica Asturias con Castilla y León, siguen corriendo un importante riesgo. La mejor manera de observar el punto de desencadenamiento y trayectoria seguida por el alud, es ascender por la pista que parte de la trasera del pueblo de Payares hacia la antigua estación que, en poco más de un kilómetro, nos conduce al talud que hoy ocupa el lugar donde se encontraba el viaducto.

En realidad, los aludes de nieve han impactado en las vías del tren desde su inauguración. Ya desde la década de 1880, comenzaron a ser probadas diferentes alternativas para enfrentarse, no sólo al peligro del impacto directo de los aludes, sino también a las enormes dificultades que existían para retirar la nieve depositada por ellos y que, en ciertos puntos, obstruía por completo la vía. En 1887 se instaló un entramado metálico a modo de túnel con cubierta de malla, para evitar la acumulación masiva de nieve en la trinchera de Camplongo. Este sistema, sin embargo, se mostró totalmente ineficaz durante las grandes nevadas que siguieron; especialmente durante las de 1888 y 1895, en las cuales la estructura se saturó completamente de nieve, haciendo aún más

difícil la recuperación de la vía en este punto. Esta estructura no se conserva, pues fue destruida por una avalancha desencadenada el 20 de febrero de 1931.

*Imagen 4. A) Viaducto de Matarredonda, el cual se encontraba situado entre los túneles de Peña Negra y Canto de los Galanes, en las inmediaciones de la estación de Payares; B) Estado del viaducto después de ser alcanzado por el alud del 27 de febrero de 1888 (grabado publicado por La Ilustración Española y Americana); C) Recorrido seguido por el alud desencadenado en Matarredonda en 1888, al fondo la N-630 y a continuación el fondo de valle en el que el arroyo Entrambasaguas se une al río Payares. En la parte superior podemos ver el espacio que anteriormente ocupaba el viaducto, que fue terraplenado. A sus pies pasa la pequeña carretera que asciende hasta la estación, actualmente en desuso y notablemente deteriorada.*



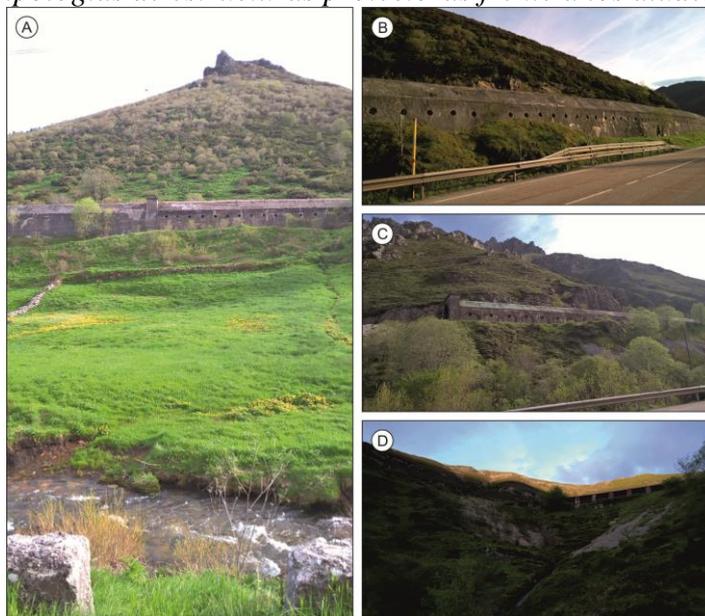
La idea de construir nuevas defensas anti-aludes para solucionar el problema de las continuas interrupciones de la vía volvió a considerarse tras las nevadas de enero y febrero de 1954, en las que llegaron a depositarse 5 metros sobre la vía, dándose decenas de avalanchas en el tramo comprendido entre Punte los Fierros y Villamanín. En la actualidad, en el tramo ferroviario situado entre el km 73 de la vía (en las inmediaciones del apeadero de Navidiello, en Asturias) y el km 50 (entre Camplongo y Villanueva de la Tercia, en León), se conservan 10 tramos de túneles artificiales que en conjunto suman más de 2000 metros protegidos (Imagen 5A, 5B y 5C). Estos túneles evitan que la vía se sature permitiendo que los aludes pasen sobre ellos, y evitando el impacto directo en el caso de que pase un tren.

En junio de 1954 comenzó la construcción de los primeros túneles; cuatro segmentos cubiertos, de entre 100 y 250 metros, entre Busdongo y Villanueva de la Tercia. Posteriormente, estas estructuras han sido reformadas y nuevos segmentos han sido protegidos por túneles artificiales de modo que, algunos de ellos, tienen hoy longitudes superiores a los 500 m. El tramo conocido como “la trinchera de Camplongo”, era especialmente peligroso pues, en él, las avalanchas habían llegado a hacer descarrilar varios convoyes; en enero de 1911 una locomotora y 8 vagones de un tren de mercancías se precipitaron al río por esta causa<sup>8</sup> (Imagen 5A). En el tramo ferroviario que corresponde a Asturias se recurrió a este sistema para solucionar las dificultades

<sup>8</sup> La Vanguardia 15/01/1911

surgidas en zonas como la Llana del Oso, donde se había realizado una gran trinchera por ser imposible construir un túnel durante las obras de construcción de la Rampa<sup>9</sup>, produciéndose en este punto numerosos movimientos de ladera. En esta zona, coincidente con los dos empinados valles laterales por los que descienden los ríos Fayeo y Argayo, respectivamente, se construyeron dos falsos túneles a los que se añadieron, en décadas posteriores, nuevas secciones constituidas por viseras de hormigón sostenidas por pilares metálicos (*Imagen 5D*), que unen los túneles del Corollón y la Payariega, y los del Corollón y Canto del Estillero. Tanto uno como otro son perfectamente visibles desde la carretera (km 83 y km 85 de la N-630). Cabe señalar que, pese a todo, la carretera sigue estando totalmente desprotegida, y también lo están muchos tramos de la vía que podemos considerar altamente peligrosos (tal es el caso del canal por el que descendió el alud de Matarredonda).

*Imagen 5. A) En las inmediaciones de este punto han sido varios los trenes alcanzados por avalanchas. Uno de ellos llegó a precipitarse al río Bernesga. B; C; D) Diferentes tipologías de estructuras protectoras frente a los aludes.*



#### 4.5. Parada 5: Busdongo

Sin salir del pueblo de Busdongo podemos volver a apreciar los efectos de los aludes sobre los espacios habitados en la montaña. Este pueblo, que debe su desarrollo a la actividad generada por el tránsito del puerto, tiene una disposición lineal E-O a ambos lados de las vías de comunicación y se encuentra flanqueado, por el norte y por el sur, por sendos cordales que superan los 1500 m s.n.m. De ambas vertientes pueden descender los aludes que, como ya se ha señalado, representan un peligro importante para la circulación. Sin embargo, especialmente los que descienden del cordal situado al norte, conocido como El Rasón, pueden alcanzar el área habitada.

Los sucesos más importantes se dieron en la noche del 28 de enero de 1951, cuando dos aludes desencadenados en la zona de El Rasón, destruyeron dos casas. En la primera, el alud siguió una trayectoria N-S, recorriendo unos 200 metros antes de impactar contra la vivienda en la que fallecieron un padre y sus dos hijos, resultando heridos la madre y un

<sup>9</sup> [objetivopajares.blogspot.com.es](http://objetivopajares.blogspot.com.es)

hijo. La segunda casa se vio afectada por un alud desencadenado en las cercanías del área anterior, pero que siguió una trayectoria NO-SE; en su interior resultó herido un matrimonio que dormía en el bajo, muriendo quienes ocupaban la planta superior (sus dos hijos y un trabajador de la casa). En el lugar de los hechos aún son visibles los restos de la primera vivienda, que se encontraba situada al pie del talud rocoso, unos metros después de la estación de tren de Busdongo, en dirección León (*Imagen 6A*). La segunda vivienda fue reconstruida en una posición ligeramente diferente, apartándose apenas unos metros de la trayectoria seguida por el alud (*Imagen 6B*), sin embargo, sigue encontrándose al pie de una ladera que, como podremos observar, cumple con las condiciones necesarias para el desencadenamiento de aludes; inclinación superior a 35° y morfología ligeramente cóncava en el área que, según testigos visuales, constituyó el punto de desencadenamiento, junto con ausencia de vegetación arbórea.

*Imagen 6. Dos reacciones posibles ante los hechos: mientras en el lugar arrasado por una de las avalanchas sólo se conservan las ruinas de la edificación afectada (A), la segunda vivienda fue reconstruida muy cerca del lugar en el que se encontraba previamente (B); los cuatro árboles que aparecen en la parte trasera de la casa fueron plantados con la intención de protegerla frente a posibles eventos de este tipo. En ambas imágenes se aprecian las características de las vertientes en las que se desencadenaron los aludes; de inclinaciones notables y carentes de vegetación arbórea.*

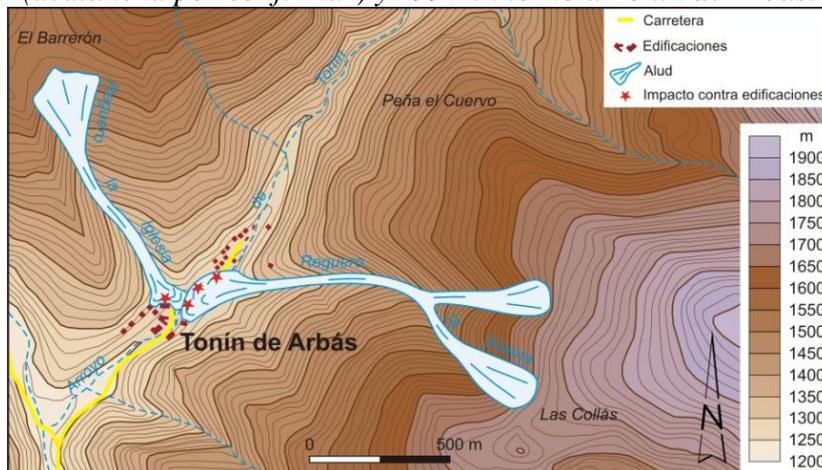


#### 4.6. Parada 6: Tonín de Arbás

La siguiente parada se realizará en el pueblo de Tonín de Arbás, situado a 1.280 m s.n.m., en el término municipal de Villamanán. Tal vez este sea el enclave en el que mejor se aprecia la influencia del fenómeno de los aludes en el modelo de ordenación. Se trata de un pueblo tradicionalmente dedicado a la ganadería de montaña y en el que, actualmente, tan sólo viven tres personas durante el invierno. Los aludes descenden por dos lugares diferentes: por un lado desde Collada Ladrona, situada al noroeste del

pueblo, donde los vientos fuertes del norte suelen generar una gran cornisa de nieve en el punto conocido como El Barrerón y, por otro, de la zona conocida como Las Collás, situada en la vertiente suroeste de Brañaveja, que flanquea al pueblo por el sureste.

Mapa 2. Áreas de desencadenamiento de las avalanchas de 1874, 1886, 1888 (avalancha por confirmar) y 1990 en torno a Tonín de Arbás.



Por tanto, las avalanchas de nieve confluyen en la parte central del pueblo, un espacio que fue arrasado por un gran alud que descendió desde Las Collás, aprovechando el surco abierto por el Reguero la Solana, en diciembre de 1874 (Mapa 2). Este suceso acabó con la vida de 4 personas, causando 3 heridos y destruyendo seis casas y varios establos, en los que también murió un número indeterminado de cabezas de ganado<sup>10</sup>. Unos años después, en 1886, una avalancha descendió desde El Barrerón, causando la muerte de dos personas. Durante la nevada de 1888, según cuentan los vecinos de Tonín, los hechos se repitieron; otro alud proveniente del sur destruyó más de 20 edificaciones causando la muerte de, al menos, 30 personas y gran número de animales. En este último caso, lamentablemente, aunque la prensa se hizo eco de lo que parece haber sido un evento catastrófico de grandes dimensiones (“...en Tonín de Arbás se han hundido todas las casas del pueblo menos dos y han perecido numerosas reses”<sup>11</sup>) no se ofrecieron más detalles sobre las causas de tal desastre, ni se concretaron las pérdidas personales. Por tanto, solamente contamos con los testimonios orales de los habitantes del pueblo, no disponiendo de documentación histórica que permita corroborar el que, de confirmarse, habría sido el alud más mortífero de cuantos hayan podido producirse en el Macizo Asturiano en la Edad Contemporánea. Aun así, los habitantes de Tonín afirman que fue a partir de esta tercera avalancha mortal cuando la parte central del pueblo pasó a desocuparse y Tonín quedó dividido en dos barrios.

En este núcleo encontramos una singularidad que lo diferencia de los anteriormente visitados, y es que en el lugar abandonado permanecen los restos, perfectamente visibles, de las casas que fueron arrasadas por los aludes. Se trataba de viviendas de piedra con el tejado de paja, al estilo de las *cavanas de teito*. Tras el suceso el terreno se destinó para pasto y los muros se reaprovecharon para cercar pequeños huertos. Estas ruinas nos acompañan en el camino que hemos de recorrer para pasar de un barrio a otro, y permanecen como testimonio del peligro que podría implicar volver a ocupar la

<sup>10</sup> El Imparcial 26/12/1874

<sup>11</sup> El Diario de León 03/03/1888

zona. Esta precaución no ha impedido, sin embargo, que los aludes sigan causando daños en el pueblo, cuyo barrio bajo fue alcanzado en diciembre de 1990 por una gran avalancha que, descendiendo de El Barrerón, generó daños severos en varias construcciones (incluida la iglesia), causó la muerte de algunas reses e hizo volcar un vehículo (Imagen 7A y 7B).

*Imagen 7. A) La avalancha de 1990 movilizó grandes cantidades de material, colmatando por completo el pequeño valle por el que circula el arroyo que atraviesa el pueblo. En la actualidad son visibles en el suelo los escombros de los muros de piedra que arrasó, entre los que destacan algunos bloques semienterrados; B) Las construcciones dañadas fueron reconstruidas pero, en esta ocasión, los vecinos han tomado la precaución de variar levemente su posición, protegiéndolas contra un pequeño talud y rebajando las techumbres para permitir que las avalanchas se deslicen sobre ellas.*



#### *4.7. Parada 7: estación invernal de San Isidro y Puertu Braña (o vertiente allerana del puerto de San Isidro)*

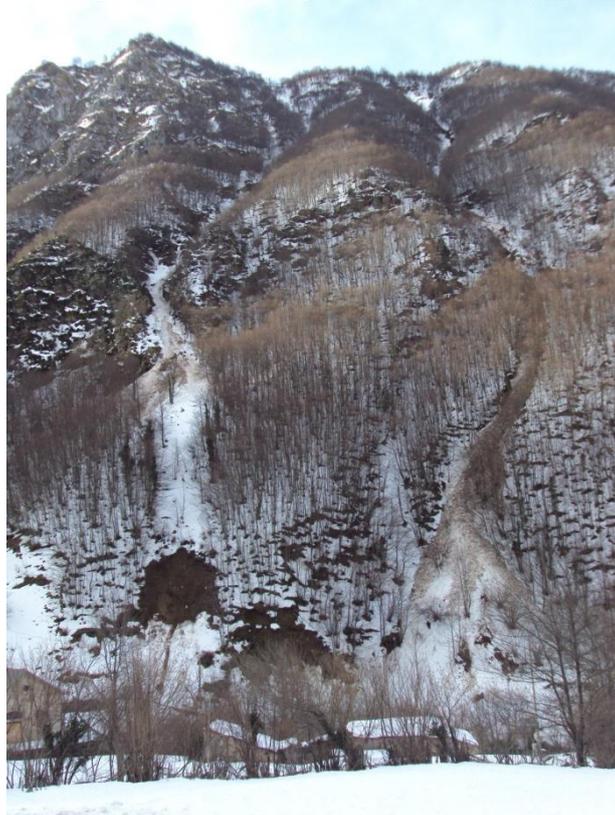
A continuación, nos dirigiremos por la N-630 y posteriormente por la CL-626 a Boñar, para ascender por la CL-331 hacia el Puerto de San Isidro (1.520 m s.n.m.), que en su vertiente asturiana recibe el nombre de Puertu Braña; un lugar de tránsito cuya frecuencia de paso se ha incrementado notablemente en las cuatro últimas décadas, al ritmo en que ha aumentado la afición por los deportes de invierno ya que, en lo alto del puerto, aún en la provincia de León, se encuentra la Estación Invernal de San Isidro y junto a ella, ya en Asturias, la de Fuentes de Invierno.

Las avalanchas han tenido graves efectos no solamente en el puerto, sino en todo el Alto Aller. La primera avalancha de la que se tiene constancia se produjo en enero de 1897 y descendió por la zona conocida como El Reguerón, un pequeño valle lateral por el que desciende un arroyo tributario del Río Aller. Esta avalancha afectó a las propiedades (monte y algunas edificaciones) de varios vecinos del pueblo de Ruayer, aunque sin causar daños personales. La avalancha con consecuencias más graves en este sentido se

dio el 2 de abril de 1910, cuando dos pastores que se encontraban en las inmediaciones de La Campa Redonda resultaron alcanzados por un alud que se desencadenó desde las estribaciones septentrionales de Peña Redonda. Este alud también sepultó dos edificaciones y causó la muerte de 23 vacas que se encontraban refugiadas en ellas.

En el caso del puerto, prácticamente no hay temporada invernal en la que los aludes no pongan en peligro, en varias ocasiones, la vida de quienes circulan por él en su vertiente allerana. Las laderas que descienden hacia el sur y suroeste desde el Pico Torres (2.100 m s.n.m.) donde existen amplios sectores en los que la inclinación se encuentra entre 30° y 50° y la vegetación es escasa y mayoritariamente de porte herbáceo o arbustivo, son especialmente susceptibles al desencadenamiento de avalanchas que afectan a la AS-253. Se trata de un sector en el que la carretera discurre entre cotas de 1.050 y 1.100 m s.n.m. Los puntos más conflictivos se encuentran en el tramo comprendido entre Puente Cimero (km 20,5 de la AS-253) y el mirador de Riofrío (km 21,5), si bien hasta el núcleo de Los Collainos los aludes se desencadenan de forma frecuente ([Imagen 8](#)).

*Imagen 8. Dos grandes canales de aludes en el sector de Riofrío. En ambos se aprecia el descenso de aludes de fusión (nieve sucia y pesada, con gran capacidad erosiva), en uno de los cuales resulta perfectamente apreciable el cono formado al pie del canal.*



En la actualidad el puerto es un buen lugar donde conocer de primera mano las diferentes disposiciones que pueden ser tomadas para evitar el desencadenamiento de avalanchas, o bien para proteger a personas e infraestructuras de su acción. El sistema más vistoso de cuantos se han instalado en el puerto son las viseras antialudes o viseras de derivación, que consisten en la construcción de voladizos que permiten que, en caso de alud, este se deslice sobre los mismos, depositándose al otro lado de la carretera ([Imagen 9](#)). Se trata de una medida pasiva que busca proteger la carretera en caso de

desencadenamiento, algo que consiguen de forma muy efectiva, si bien tienen la desventaja de tener un enorme impacto paisajístico. Antes de la instalación de estas viseras, las autoridades regionales habían apostado por otras medidas pasivas, que posteriormente pasaron a ser combinadas con medidas activas (sistemas que actúan en las zonas de salida para evitar el desencadenamiento). Las primeras habían consistido en la instalación de mallas metálicas elásticas, que tratan de contener la masa de nieve en caso de formación de un alud. Estos sistemas son perfectamente visibles desde la carretera, pues al tener la finalidad de contener los aludes desprendidos suelen ubicarse a media ladera o bien en las proximidades de la calzada. Las segundas son las llamadas barreras antialudes, que buscan aumentar la estabilidad del manto nival para impedir su desprendimiento y posterior deslizamiento, lo cual se consigue compartimentando la nieve al crear una superficie de interceptación y contención de la misma. Se trata de estructuras flexibles de acero que se disponen sobre el terreno en filas paralelas, ocupando todo el ancho del área de desencadenamiento, siendo menor la separación entre filas cuanto mayor sea la pendiente. Las barreras apenas son visibles desde la carretera, ya que se ubican en las zonas de desencadenamiento, siendo una de sus ventajas su buena integración en el paisaje de montaña.

De forma previa a la instalación de estos sistemas de protección y prevención, que han venido siendo implementados desde comienzos del siglo XXI, los aludes habían sido una constante, especialmente en el tramo de carretera anteriormente citado. En este sentido, uno de los sucesos de mayor importancia que se recuerdan se dio a mediados de siglo XX, cuando un alud que descendió por La Reollosa arrasó varias viviendas de los empleados de la central eléctrica de Rioseco<sup>12</sup>. De forma más reciente, el propio proceso de implementación de medidas ha estado marcado por constantes eventos avalanchosos que, aún hoy, ponen en peligro la integridad de los miles de automovilistas que transitan por esta carretera en la temporada invernal. Por ejemplo, el 26 de febrero de 2005, un coche resultó sepultado por un alud que superó las mallas de contención, entre Los Areneros y Riofrío. Ese mismo año, otra avalancha atrapó a una familia en su vehículo, y una tercera arrastró a un coche haciéndolo descender por un barranco de unos 50 metros. En la temporada invernal de 2006, las mallas volvieron a ser rebasadas por un alud, resultando arrancadas en un tramo de más de 20 metros. Ese mismo año, la Consejería de Medioambiente e Infraestructuras decidió realizar un estudio a partir del cual se decidió implantar una serie de medidas de protección activas, concretamente las barreras flexibles antialudes, que comenzaron a funcionar en la temporada de invierno 2007-2008. A pesar de esto, en diciembre de 2008 cayó un enorme alud en la curva de Puente Cimero que alcanzó a varios coches y que, posteriormente, mantuvo el puerto cerrado durante cinco días. Las mallas antialudes recién instaladas (con un coste de casi 1 millón de euros) fueron arrancadas.

---

<sup>12</sup> Cabe mencionar que las avalanchas han tenido graves efectos en áreas del Alto Aller, alejadas del Puerto Braña. La primera avalancha de la que se tiene constancia a través de fuentes históricas se produjo en enero de 1897 y descendió por la zona conocida como El Reguerón, un pequeño valle lateral por el que desciende un arroyo tributario del Río Aller. Esta avalancha afectó a las propiedades (monte y varias edificaciones) de vecinos del pueblo de Ruayer, aunque sin causar daños personales. La avalancha con consecuencias más graves en este sentido se dio el 2 de abril de 1910, cuando dos pastores que se encontraban en las inmediaciones de La Campa Redonda resultaron alcanzados por un alud que se desencadenó desde las estribaciones septentrionales de Peña Redonda. Este alud también sepultó dos edificaciones y causó la muerte de 23 vacas que se encontraban refugiadas en ellas.

Por fin, en el verano de 2009, se colocaron las viseras antialudes entre Puente Cimero y Riofrío (dos tramos de 50 m y uno de 115 m en los puntos kilométricos 20,9 y 21,5) que junto con las mallas elásticas instaladas han supuesto una inversión de más de 3 millones de euros. Sin embargo, los aludes en Puente Cimero siguen implicando un enorme peligro: en febrero de 2013, un alud cortó la carretera en el mirador de Zubillaga y afectó levemente a varios vehículos; en febrero de 2015 el puerto volvió a cerrarse durante 8 días (en plena temporada de esquí), debido al desencadenamiento de varios aludes en la zona de Riofrío, alcanzando uno de ellos a un turismo. Resulta evidente que, pese a las inversiones realizadas, este paso de montaña sigue siendo zona de alto riesgo (especialmente entre los km 18 y 23 de la AS-253, haciéndose necesarias nuevas medidas que probablemente pasen por la protección de nuevos tramos mediante voladizos, así como con la instalación de sistemas remotos para el desencadenamiento artificial de aludes (método que explicaremos a continuación), hasta proteger la totalidad del trayecto.

*Imagen 9. En primer término las viseras antialudes instaladas, y al fondo las mallas metálicas elásticas. Ambas son medidas pasivas que buscan desviar/contener la nieve.*



Pero las avalanchas no se producen solamente en el puerto; también afectan de forma recurrente a la estación de esquí de San Isidro. Allí, las áreas más susceptibles para el desencadenamiento son las vertientes que descienden hacia el sur desde el Pico Toneo (2.094 m s.n.m.) y hacia el noroeste desde el Pico Agujas (2.141 m s.n.m.), depositándose en el Valle de Cebolledo. Este valle, en el que se encuentran nueve de las 31 pistas y cinco de los 15 remontes mecánicos de la estación de San Isidro, constituye en sector más visitado de la misma. Esto explica la gran preocupación que suscitan los aludes desencadenados en estas vertientes en las que, durante la última gran nevada (febrero de 2015), llegaron a acumularse espesores superiores a los 4 metros. En febrero de 2005 un monitor de esquí permaneció enterrado varios minutos tras ser sepultado por un alud que descendió desde la vertiente sur del Pico Toneo y en enero de 2010 dos esquiadores fueron alcanzados por una avalancha desprendida de la vertiente noroccidental del Pico Agujas. En febrero de ese mismo año otro grupo de esquiadores fue sepultado por una avalancha procedente de la ladera suroccidental del Pico Toneo, y en diciembre un montañero resultó herido en este mismo pico al ser arrastrado por una avalancha, en la cara norte esta vez. En marzo de 2013 el suceso se repite: un empleado

de la estación es rescatado de entre la nieve. Por último, en enero de 2014 un nuevo alud volvió a desprenderse desde la ladera suroccidental del Toneo y, en esta ocasión, sepultó 14 cañones de nieve artificial, arrasando uno de los pilones del telesquí y causando daños importantes en las líneas eléctricas de la estación.

La publicación de partes diarios sobre el estado de la nieve, el control del esquí fuera de pista y la prohibición del acceso a ciertas zonas en momentos de máxima susceptibilidad de aludes, son algunas de las medidas de prevención que pueden y deben ser llevadas a cabo en cualquier estación de esquí. Sin embargo, la aplicación de explosivos en las zonas de arranque es el método de mayor utilidad para evitar aludes en este tipo de instalaciones (McClung y Schaerer, 2006). En la estación de San Isidro se han provocado explosiones controladas en varias ocasiones para suscitar el desencadenamiento artificial de los aludes y evitar grandes acumulaciones de nieve en puntos conflictivos. Se trata de una medida activa preventiva, que exige un buen conocimiento del estado del manto nival y de las zonas de peligrosidad. Además, la zona debe ser previamente evacuada. Las técnicas y los materiales que se pueden emplear son variados; los explosivos de mano implican el método más económico, aunque no pueden ser utilizados bajo cualquier condición atmosférica y, tanto su manejo, como el hecho de manipular el manto nival en las áreas de arranque para permitir su introducción, implican un riesgo importante; los sistemas a distancia, como los cañones neumáticos o los sistemas de control remoto de explosiones (tipo GAZ-EX), aseguran un manejo seguro y una mayor eficacia. Lamentablemente, la estación de San Isidro carece de momento de este tipo de sistemas, por lo que las detonaciones se realizan mediante explosivos de mano colocados en los puntos de desencadenamiento, siendo planificadas y controladas por los TEDAX. En nevadas extraordinarias como la de 2005, la decisión fue tomada tras haberse acumulado hasta 4 m de nieve en las vertientes meridionales del Toneo, donde se desarrolló la operación.

Las medidas de mitigación son cada vez más demandadas en aquellos puntos del Macizo Asturiano que, con periodicidad anual, se ven afectados por este fenómeno. Sin embargo, no han sido ampliamente adoptadas, siendo en cualquier caso más abundantes las de tipo pasivo. Hasta la fecha, dejando a un lado los tramos visitados en este itinerario, existen viseras de hormigón en la carretera que asciende al pueblo de Viboli (Ponga), o la que asciende al pueblo de Soto de Sajambre (Oseja de Sajambre). Recientemente se ha aprobado un proyecto para la protección de un tramo de 124 metros de la carretera AS-264, que comunica Arenas de Cabrales y el pueblo de Sotres, en el concejo de Cabrales. El dispositivo de protección contará con viseras antialudes, mallas de triple torsión y pantallas dinámicas, y ha sido ya presupuestado con un coste de 2 millones de euros. Actualmente se está estudiando la instalación de medidas similares en la carretera AS-227, entre La Peral y Santa María del Puerto, en el concejo de Somiedo. Otras acciones implementadas en los últimos años son la confección de boletines de peligro de aludes, que de momento se desarrollan en el Parque Nacional de los Picos de Europa (distribuido en las provincias de Asturias, León y Cantabria).

## 5. CONCLUSIONES

Utilizando la información extraída de fuentes históricas y los datos obtenidos en entrevistas y trabajo de campo, se ha elaborado un itinerario didáctico concebido para que el alumnado perciba el riesgo asociado a las avalanchas de nieve. A través de las siete paradas que se proponen en un entorno geográfico concreto (el sector central del

Macizo Asturiano), el alumnado tomará contacto con diversos aspectos relativos a este fenómeno.

En primer lugar, en todas las paradas propuestas se apreciarán de forma directa los factores naturales implicados en el desencadenamiento de aludes (orientación, morfología e inclinación de las vertientes y vegetación existente en las áreas de desencadenamiento), y se comentarán los factores sociales que influyen en la ocurrencia de desastres naturales.

En segundo lugar, se visitarán espacios afectados tanto por avalanchas en las que el período de recurrencia es corto (y por lo tanto se dan de forma frecuente), como por avalanchas con prolongados periodos de recurrencia, superiores a 100 años; en el primer caso el alumnado comprenderá que, si bien estos aludes no alcanzan dimensiones extraordinarias, son capaces de dejar huellas evidentes en el paisaje natural a través de la formación de canales y conos de aludes, como por ejemplo en las inmediaciones de Tuíza Riba y en el Puerto Braña, en Asturias; en el segundo caso tomará conciencia de la peligrosidad de ciertos eventos cuya huella raramente se manifiesta de forma clara en el paisaje, pudiendo en cambio adquirir dimensiones difícilmente imaginables a simple vista (como sucede en Tuíza Riba, Tuíza Baxo, Payares o Tonín de Arbás).

Por último, se analizarán las diferentes respuestas por parte de las sociedades afectadas, que en el caso del espacio habitado se traducen en reajustes en los modelos de gestión y utilización del espacio en respuesta a eventos históricos (Tuíza Riba, Tuíza Baxo, Payares, Busdongo, Tonín de Arbás), mientras en las vías de comunicación se traducen en medidas principalmente pasivas (como las existentes en la línea ferroviaria y en la carretera que comunica Asturias y León a través del Puerto de Payares, o en la carretera del Puerto de San Isidro en su vertiente allerana). El alumnado conocerá de primera mano estas medidas, valorando su eficacia y la necesidad de implementación de nuevas disposiciones, analizando su conveniencia desde el punto de vista paisajístico y ambiental.

Habida cuenta de las ventajas de la realización de itinerarios didácticos y de la utilidad social del aumento de conocimiento de los riesgos naturales, con la realización de este itinerario sobre el fenómeno de los aludes en el Macizo Asturiano esperamos abrir una nueva vía de trabajo (hasta la fecha escasamente transitada), que aborde este tipo de cuestiones en nuestro país.

#### **AGRADECIMIENTOS**

El/la autor/a agradece al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte la concesión de una Ayuda para la Formación de Profesorado Universitario (MECD-15-FPU14/01279). Asimismo, agradece al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad la concesión del proyecto de referencia CTM2016-77878-P.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Benito, G. y Díez Herrero, A. (2004). *Itinerarios geomorfológicos por castilla – la mancha*. Madrid, sociedad española de geomorfología.
- Biescas, B., Dufour, F., Furdada, G., Khazaradze, G., Suriñach, E. (2003). “Frequency content evolution of snow avalanche seismic signals”, *Surveys in Geophysics*, 24 (5-6), 447-464.
- Blanchet, A. y Gotman, A. (1992). *L'enquête et ses méthodes: l'entretien*. Nathan, Paris.

- Cáncer, L. (2002). “El alud de Peña Gabarda (Balneario de Panticosa, Huesca) del dos de marzo de 2001”, *Investigaciones Geográficas*, 28, 127-143.
- Castañón, J.C. (1984). “Sobre el modelado originado por los aludes de nieve en el Prau de Albo (Alto Huerna, Asturias)”, *Ería*, 6, 106-112.
- Chueca, J.C., y Julián, A. (2004). “Caracterización y tipología de canales de aludes en el valle de Ordesa (Pirineo central español)”, *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 99 (1-4), págs. 93-103.
- Coratza, P. y De Waele, J. (2012). “Geomorphosites and natural hazards: teaching the importance of geomorphology in society”. *Geoheritage*, 4(3), 195-203.
- Crespo, J.M. (2012). “Un itinerario didáctico para la interpretación de los elementos físicos de los paisajes de Sierra De Guadarrama”. *Didáctica Geográfica*, 13, 15-34.
- Fernández-Cañadas, J. A., Palomo, M., Pantoja, L. (2015). “Delimitación espacial de las zonas probables de salida de aludes en el macizo de Peñalara mediante el uso de SIG”. *Espacio Tiempo y Forma. Serie VI, Geografía*, (6-7), 73-94.
- Furdada, G. (2006). “Aludes de nieve: riesgo actual y riesgo futuro”. *Cuaternario y geomorfología*, 20, 73-88.
- Furdada, G., Martí, G., Oller, P., García, C., Mases, M., Vilaplana, J.M. (1995). “Avalanche mapping and related G.I.S. applications in the Catalan Pyrenees”, *Surveys in Geophysics*, 16, 681-693.
- Furdada, G. y Vilaplana, J.M. (1998). “Statistical prediction of maximum avalanche run-out distances from topographic data in western Catalan Pyrenees (NE Spain)”, *Annals of Glaciology*, 26, 285-288.
- Garavaglia, V., Pelfini, M. (2011). “Glacial geomorphosites and related landforms: A proposal for a dendrogeomorphological approach and educational trails”. *Geoheritage*, 3-1. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12371-010-0027-4>.
- García de la Vega, A. (2004). “El itinerario didáctico como recurso didáctico para la valoración del paisaje”. *Didáctica Geográfica*, 2ª época, 6, 79-95
- Autor/a et al. (2014).
- Autor/a et al. (2017a).
- Autor/a et al. (2017b).
- Autor/a et al. (2017c).
- Autor/a et al. (2018a).
- Autor/a et al. (2018b).
- García Ruiz, A.L. (1997). “El proceso de desarrollo de los Itinerarios Geográficos”, *Didáctica Geográfica, segunda época*, 2, 3-9.
- Gómez Ortiz, A. (1986). “Los itinerarios pedagógicos como recurso didáctico en la enseñanza de la Geografía en la E.G.B.”, *Didáctica Geográfica*, 14, 109-116.
- Gómez Ortiz, A. (1988). “Sugerencias didácticas para la enseñanza de la Geografía de la montaña”, *Espacio, Tiempo y Forma*, 3, 393-414.
- González Cárdenas, E., Becerra-Ramírez, R., Gosálvez, R.U., Escobar, E., Dóniz-Páez, J., Moreno, M., Becerra-Ramírez, M.C. (2017). “Propuesta de itinerario didáctico por el volcán Columba (Campo de Calatrava, España)”. En: Carcavilla, L., Duque-Macías, J., Giménez, J., Hilario, A., Monge-Ganuzas, M., Vegas J., y Rodríguez A. (Eds.), *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural. Cuadernos del Museo Geominero*, 21, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 315-321.

- González-Trueba y Serrano, E. (2010). “La nieve en los Picos de Europa: implicaciones geomorfológicas y ambientales”. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 36(2), 61-84.
- Gubler, H. y 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. pp. 19–37.
- Hernández-Holgado, O. (2014). *Una aproximación a la nivología en los Picos de Europa*. Nota técnica nº 15. Madrid, AEMET.
- Julián, A. y Chueca, J. (1999). “Cartografía de zonas probables de aludes en el valle de Ordesa (Pirineo Aragonés)”, *Geographicalia*, 37, 73-86.
- Julián, A., Peña, J. L., Chueca, J., Zabalza, J., Lapeña, A. López, I. (2000). “Cartografía de zonas probables de aludes en el Pirineo Aragonés: metodología y resultados”, *Boletín de la AGE*, 30, 119-134.
- López Limia, B.: “El karst de la Sierra de Segura: Propuesta de un itinerario didáctico”, *Espacio, Tiempo y Forma*, 2, 1989, 315-328.
- López, F. y Segura, J.A. (2013). “Los itinerarios didácticos: un recurso interdisciplinar y vertebrador del *currículum*”. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 6 (12),15-31.
- Mases, M. y Vilaplana, J. M. (1991). “Zonas de aludes en la Vall Ferrera: clasificación y riesgo geomorfológico”, *Pirineos*, nº 138, págs 39-52.
- Mínguez, M.C. (2010). El paisaje como objeto de estudio de la Geografía. Un itinerario didáctico en el marco de la Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid. *Didáctica Geográfica*, 11, 37-62.
- McClung, D., y Schaerer, F. (2006). *The avalanche handbook*. The Mountaineers Books, Seattle. DOI: 10.1017/S0022143000001696.
- Mocior, E. y Kruse, M. (2016). Educational values and services of ecosystems and landscapes—An overview. *Ecological indicators*, 60, 137-151.
- Niculită, M. y Mărgărint, M.C. (2017). Landslides and Fortified Settlements as Valuable Cultural Geomorphosites and Geoheritage Sites in the Moldavian Plateau, North-Eastern Romania. *Geoheritage*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s12371-017-0261-0>.
- Pagliarulo, R. (2015). “Relationship between natural hazards and geological heritage: the case of Cretaccio Island (Tremi Archipelago, Southern Italy)”. *Geoheritage*, 7(1), 57-63.
- Piñeiro Peleteiro, M<sup>a</sup>.R. (1997). “El pensamiento geográfico y el trabajo de campo en el siglo XX”, *Didáctica Geográfica*, 2, segunda época, 25-31.
- Plieninger, T., Bieling, C., Fagerholm, N., Byg, A., Hartel, T., Hurley, P., López-Santiago, C.A., Nagabhatta, N., Oteros-Rozas, E., Raymond, C.M., Van Der Horst, D., Huntsinger, L. (2015). “The role of cultural ecosystem services in landscape management and planning”. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 28-33.
- Redondo, M.M. (2010). “la importancia de las sendas biogeográficas como propuesta metodológica en la enseñanza de Biogeografía”. *Didáctica Geográfica*, 11, 81-109.
- Reynard, E. y Coratza, P. (2016). “The importance of mountain geomorphosites for environmental education: examples from the Italian Dolomites and the Swiss Alps”. *Acta geographica Slovenica*, 56(2).
- Autor/a (1989).
- Rowe, T. (1989). *Los ferrocarriles de España y Portugal en 1970*. Editorial Aldaba, Madrid.

Autor/a (2002).

- Sánchez Ogallar, A. (1995). “El trabajo de campo y las excursiones”, en Moreno Jiménez, A. y Marrón Gaité, M.J.: *Enseñar Geografía. De la teoría a la práctica*. Madrid, Síntesis, pp. 160-184.
- Santos, J., Redondo, J. M., Gómez, A. y González, R. B. (2010). “Los aludes de nieve en el Alto Sil (Oeste de la Cordillera Cantábrica, España)”, *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 36 (1), 7-26.
- 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.
- Tengberg, A., Fredholm, S., Eliasson, I., Knez, I., Saltzman, K., Wetterberg, O. (2012). “Cultural ecosystem services provided by landscapes: assessment of heritage values and identity”. *Ecosystem Services*, 2, 14-26.
- Ungaro, F., Häfner, K., Zasada, I., Pierr, A. (2016). “Mapping cultural ecosystem services: Connecting visual landscape quality to cost estimations for enhanced services provision”. *Land Use Policy*, 54, 399-412.
- 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.
- Wozniak, E. y Marquínez, J. (2004). “Evaluación de la susceptibilidad por aludes de nieve a escala regional: el caso de Asturias”. En: Benito, G. y Díez Herrero, A. (Eds.). *Riesgos Naturales y Antrópicos en Geomorfología*. C.S.I.C., 509-518.
- Zgłobicki, W., Kołodyńska-Gawrysiak, R., Gawrysiak, L. (2015). “Gully erosion as a natural hazard: the educational role of geotourism”. *Natural Hazards*, 79(1), 159-181.