

A. Margalef¹, A. Albalat¹, J. Apodaka², M. Pons^{3,4}, L. Trapero¹, A. Echeverría¹

¹ Andorra Research + Innovation, (AR+I), Sant Julià de Lòria, Andorra

² University of Andorra, Sant Julià de Lòria, Andorra

³ Coldwater Lab, Centre for Hydrology, Coldwater Laboratory, University of Saskatchewan, Canmore, Canada

⁴ Computational Ecology Group, Canmore, Canada

Los autores de este trabajo agradecen a los Bomberos de Andorra, a la Policía de Andorra, a las estaciones de esquí de Andorra (Pal-Arinsal, Ordino-Arcalis, Soldeu - el Tarter y Pas de la Casa - Grau Roig), así como al Servicio Meteorológico Nacional, por toda la información proporcionada a lo largo de los años.

Introducción

Desde 1964 hasta 2024 se han registrado 21 muertes por avalancha en Andorra, así como numerosos daños en infraestructuras. Este estudio presenta la primera base de datos georreferenciada de los accidentes por avalancha reportados en los últimos 60 años y describe los principales parámetros físicos y temporales de los accidentes e incidentes registrados.

108 avalanchas con componente humano:

Avalanchas naturales que han causado muertes o heridos

Avalanchas accidentales (atrapados o escapados)

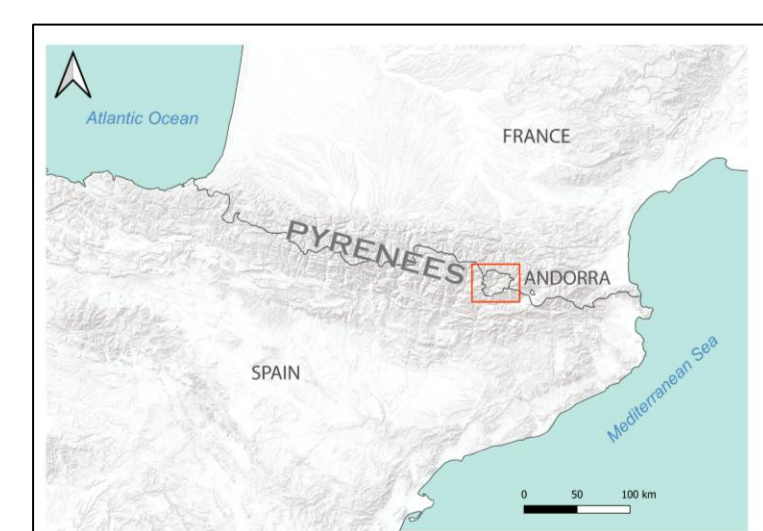
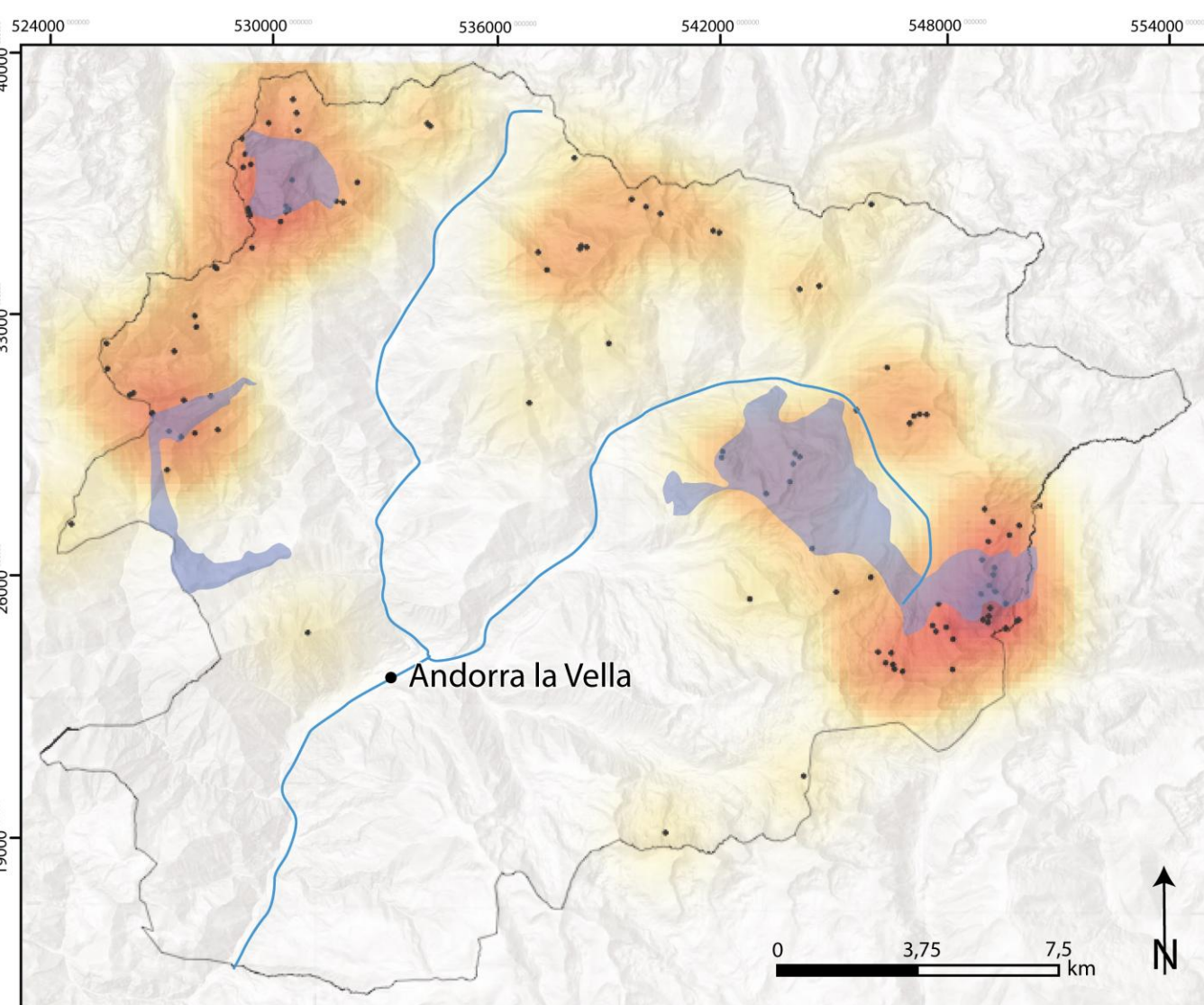


Figure 1: *Hotspot map* de Andorra con los 108 accidentes reportados en el período de estudio. Los polígonos azules representan las estaciones de esquí.

Datos y metodología

- 2006: AR+I inicia un proyecto de base de datos sobre riesgos naturales en Andorra → Eventos pasados recopilados a partir de medios de comunicación e informes de los equipos de rescate. Primera información “moderna” desde 1964.
- 2008: Información en tiempo real e inicio de observaciones sobre el terreno tras accidentes mortales → Información recopilada por email, fotografías, y caracterización más precisa de las avalanchas.
- 2017: Grupo de Whatsapp con participación de las estaciones de esquí, el Servicio Meteorológico, guías de montaña, equipos de rescate, etc. + formulario móvil para observaciones de avalanchas.

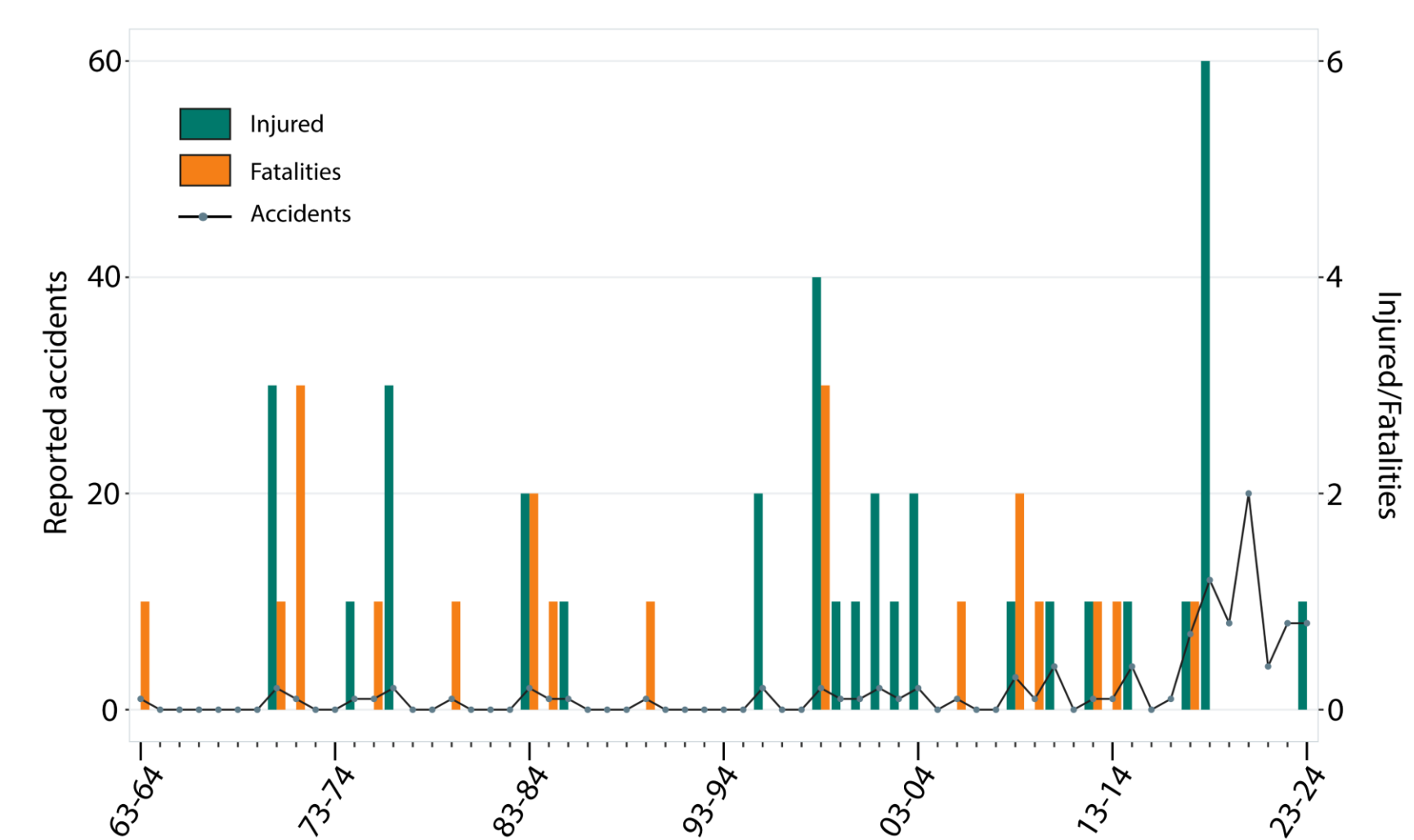


Figura 2: Número de accidentes reportados, y personas heridas y fallecidas por accidente en Andorra durante el período 1964-2024. Se observa un ligero aumento en el número de accidentes reportados a partir de mediados de los años 2000 y un incremento más notable desde la temporada 2017-2018.

Heterogeneidad en la recopilación de datos

2 tipos de entrada

Datos puntuales: Información limitada o pobre: 38 entradas

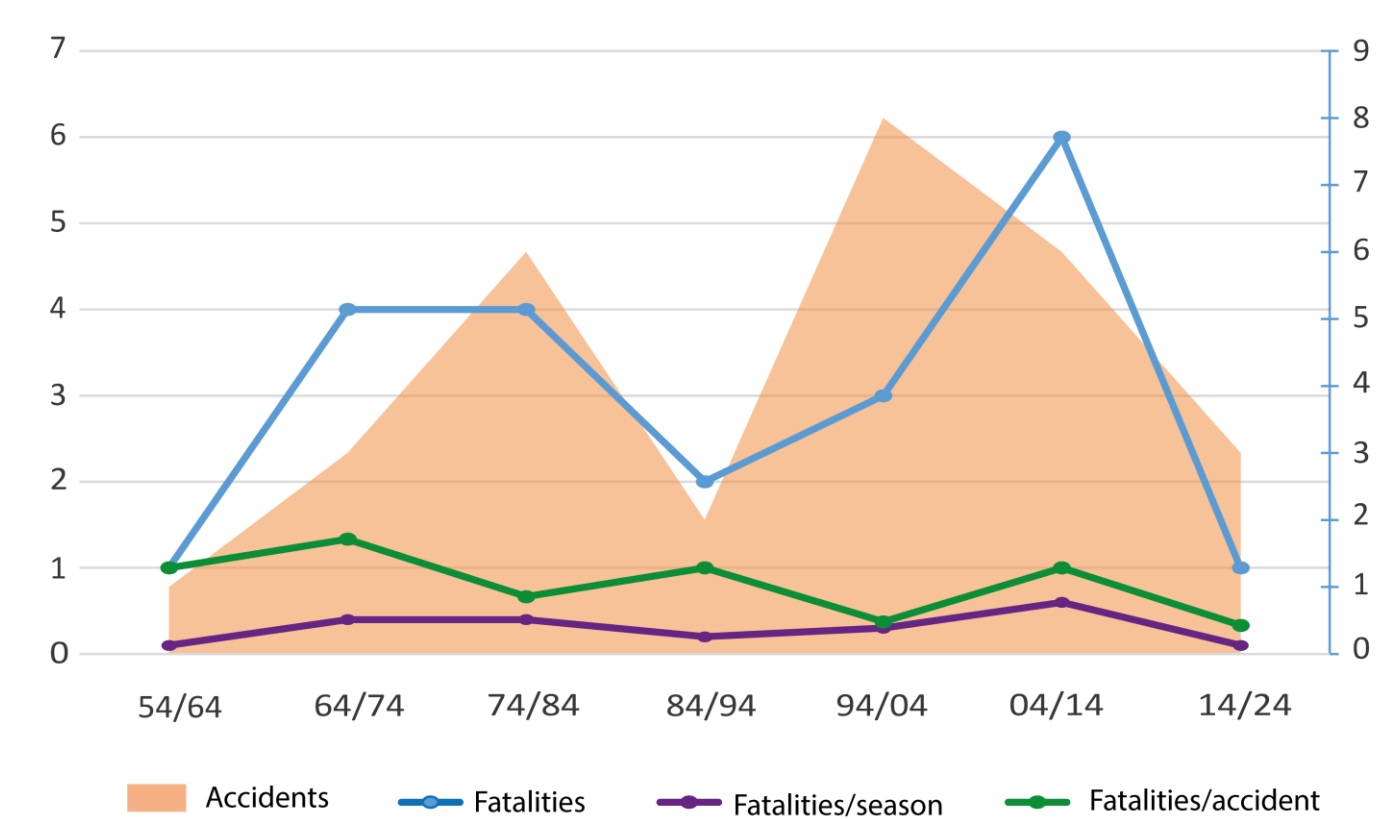
Baja precisión: Información sobre la zona de llegada limitada: 16 entradas

Alta precisión: Avalanchas bien definidas: 53 entries

Resultados y conclusiones

1. Visión general

En el período 1964-2024 se reportaron un total de **21 muertes** y **35 heridos** en Andorra, en un total de **108 accidentes** que involucraron a personas. El número promedio de muertes por temporada fue de 0,35; y la tasa promedio de muertes/accidente que involucraron equipos de rescate fue de 0,72, aunque esta tasa varía considerablemente dependiendo de la década (Fig. 3).



El número de muertes no muestra ninguna tendencia, pero las tasas de muertes/accidente y muertes/temporada muestran una tendencia decreciente

Figura 3: Número de accidentes reportados por los equipos de rescate (área naranja), y evolución del número de muertes, muertes por temporada y muertes por accidente, por década.

La mayoría de las víctimas, tanto mortales como heridas, fueron causadas por accidentes de origen humano (96%); en una zona montañosa fuera de las estaciones de esquí, y las víctimas eran principalmente personas que practicaban esquí de travesía (44%) (aunque en los últimos años ha habido un aumento de los accidentes de esquí en las áreas limítrofes de las estaciones de esquí).

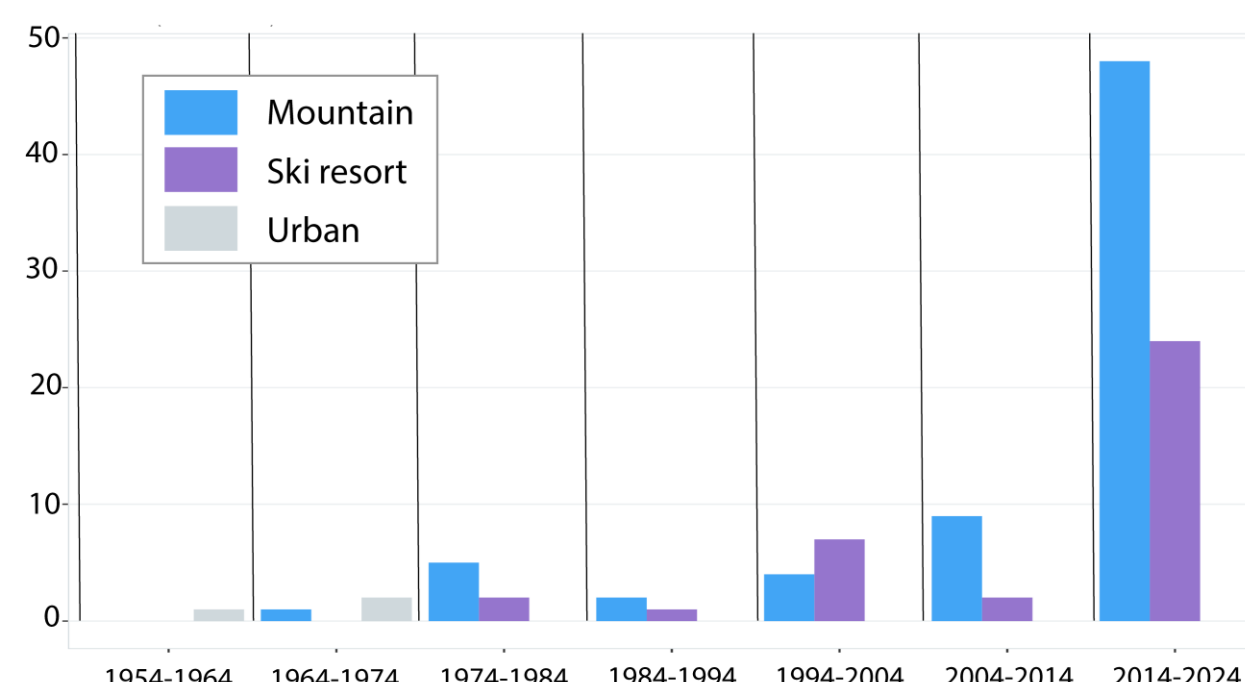


Figura 4: Ambiente en la que ocurrieron los accidentes, por década (n=108).

2. Distribución estacional y temporal

Hasta la última década, la mayoría de los accidentes ocurrían en días festivos, pero esta tendencia se invirtió en la última década. El 75% de los accidentes ocurrieron en días de cielo despejado. Los meses con el mayor número de accidentes son enero, marzo y diciembre.

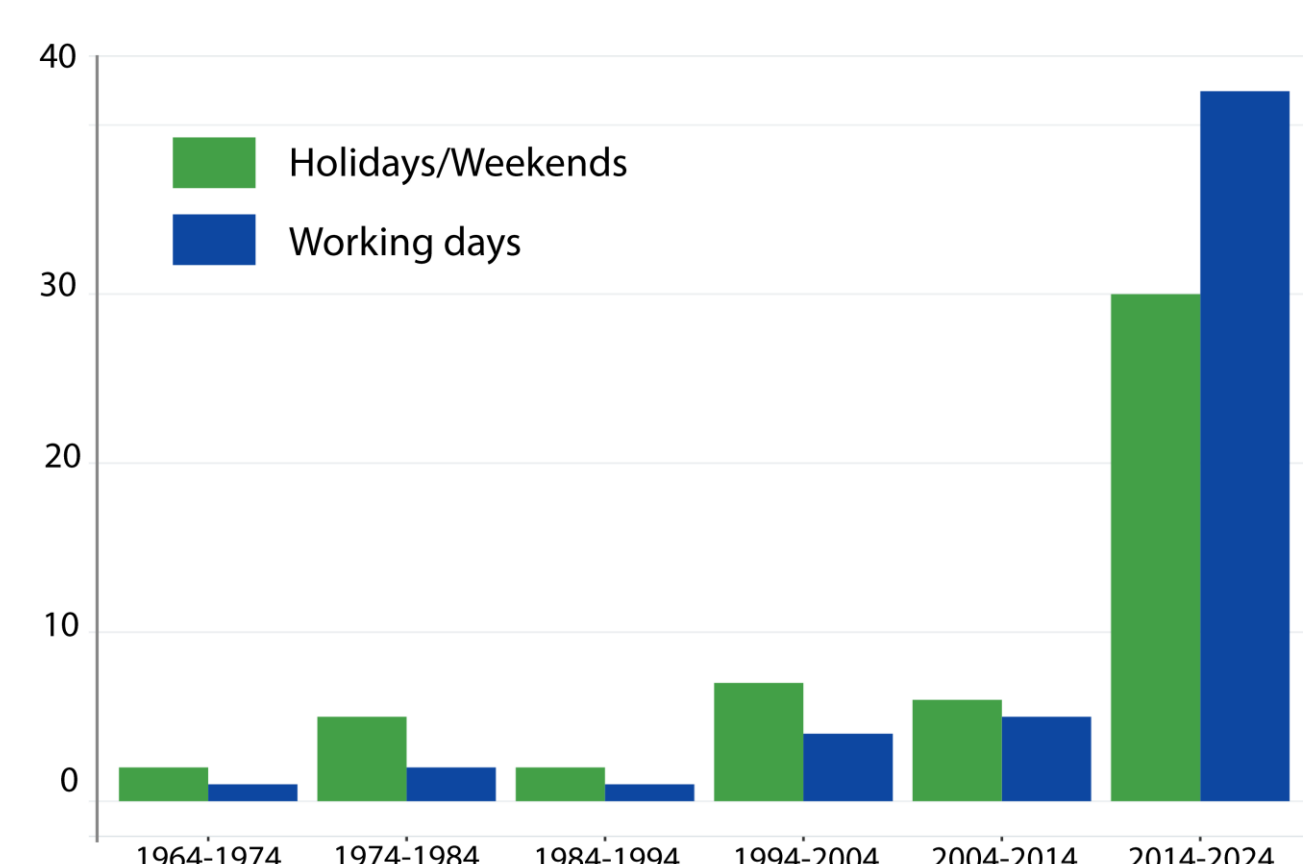
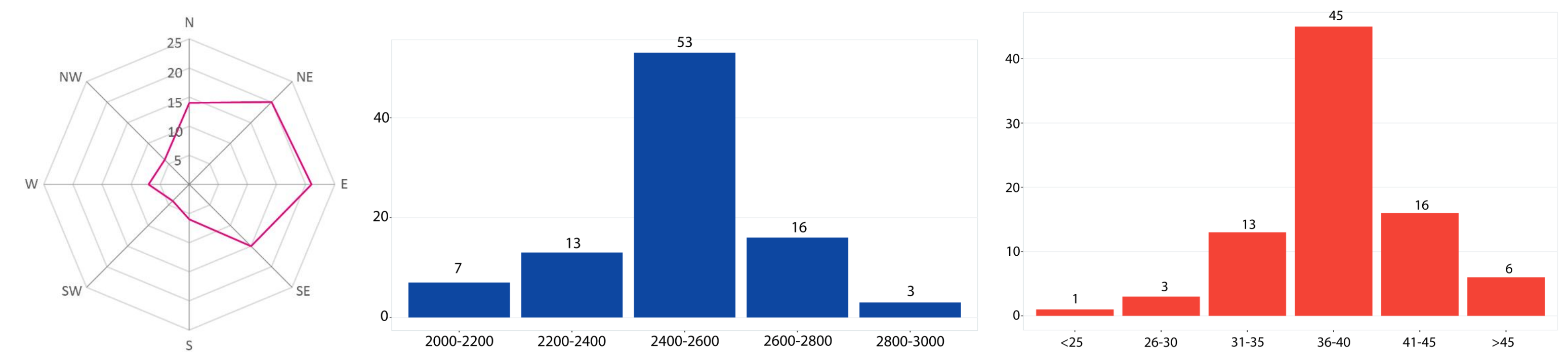


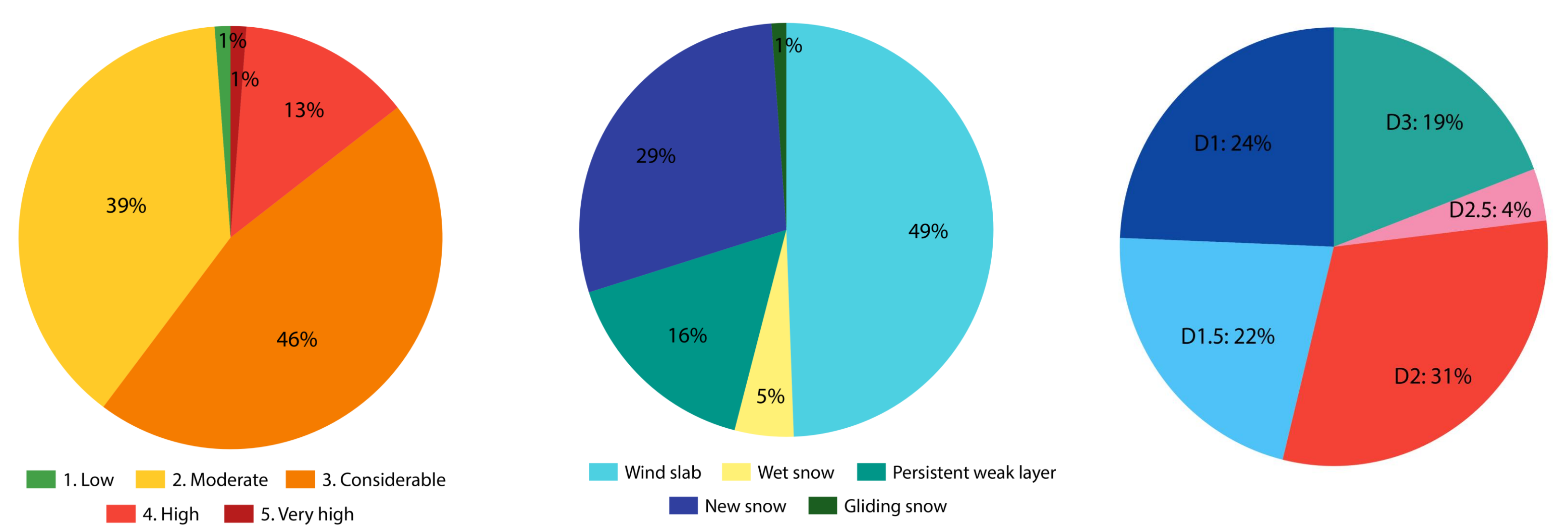
Figura 5: Frecuencia de accidentes en días festivos o laborables, por década. N=107.

3. Terreno y características de las avalanchas



Figuras 6, 7 y 8: Frecuencia de accidentes según la orientación de la zona de salida (n=93); el rango de elevación de la zona de salida (n=92) y pendiente de la zona de salida (n=84).

La mayoría de las avalanchas ocurrieron en terrenos complejos según la clasificación ATES (87%) y en pendientes con una orientación desde el norte hasta el sureste. El rango altitudinal de las zonas de salida con más accidentes fue de 2400 a 2600 m (53%). La pendiente de la zona de salida en la que ocurrieron la mayoría de los accidentes fue entre 36 y 40 grados (54%).



Figuras 9, 10 y 11: Frecuencia de accidentes según el grado de peligro (Datos desde 1993) (n=83); frecuencia según el tipo de problema de avalancha (n=87); y frecuencia según el tamaño de la avalancha (n=78).

La mayoría de los accidentes ocurrieron con un grado de peligro de 3 (46%) y 2 (39%) debido a problemas de placas de viento (49%) y nieve reciente (29%). El problema de capa débil persistente representó el 16% de los accidentes. La mayoría de los accidentes ocurrieron en avalanchas de tamaño <2 (46%). Todos los accidentes con muertes fueron de tamaño D3, a diferencia de los datos recopilados en otros sectores de los Pirineos. Estos datos se consideran muy sesgados debido al bajo número de accidentes fatales para los cuales se dispone de información sobre el tamaño (n=7).

Trabajo futuro

- Relación entre el grado de peligro/problema con el tamaño de las avalanchas
- Relación entre los accidentes y los patrones de circulación atmosférica
- Causa de muerte de las víctimas.

Unir esta base de datos con la base de datos de accidentes de los Pirineos catalanes → caracterizar los accidentes en el sector oriental de los Pirineos para comprenderlos mejor y prevenirlos.