

EXPERIENCIAS SOBRE TÉCNICAS DE OBSERVACIÓN DE LA NIEVE EN LA SIERRA DE GUADARRAMA Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

EXPERIENCE IN SNOWPACK OBSERVATION TECHNIQUES AND FUTURE LINES OF INVESTIGATION

Diego García-Maroto^(1,2), Álvaro González-Cervera^(1,3), Alejandro Martínez-Foronda⁽¹⁾, Luis Durán Montejano⁽¹⁾

⁽¹⁾ Grupo TROPA. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España diegar20@ucm.es, luduran@ucm.es

⁽²⁾ Instituto de Geociencias IGEO (CSIC-UCM), Madrid, España

⁽³⁾ interMET Sistemas y Redes S.L., Madrid, España

SUMMARY

This work presents the findings and insights gained from decades of research on snowfall and its accumulation in mountainous regions. It focuses on the Iberian Peninsula's Central System, a crucial region for water resource management where the impacts of Climate Change are expected to significantly reduce snowfall in the coming decades. Various methods of observation, including manual, automatic and satellite measurements, are discussed. Despite the limitations of these measurements, they have proven crucial in shedding light on the dynamics of snow. A promising new observational method is introduced and results of a test methodology in a polar region are shown. This method is expected to enhance the spatial and temporal representation of data, contributing significantly to future research in this field. Based on these previous experiences of manual and automatic monitoring, new integrating methods are expected to be developed in the future.

La precipitación en forma de nieve y su acumulación en forma de manto nival juega un papel fundamental en el recurso hídrico, especialmente la que ocurre en cordilleras montañosas rodeadas de regiones semi-áridas, como el caso del Sistema Central de la península ibérica. La escorrentía fruto del derretimiento de este manto nivoso que ocurre durante el final del invierno y la primavera juega un papel fundamental en aliviar la extensa sequía estival de los meses posteriores. Las regiones a ambos lados de este sistema montañoso dependen en gran medida de este recurso que deben gestionar cada vez de forma más eficaz debido al aumento de la demanda de agua. Según las últimas proyecciones de cambio climático, se espera que en las próximas décadas la precipitación en forma de nieve en este tipo de montañas medianas decrezca significativamente, y que también lo haga la duración del manto nival en sus cumbres. Es por ello fundamental avanzar en el conocimiento de los procesos que conducen a la formación de la precipitación en forma de nieve, su transformación y el papel que juega en el desarrollo de sus regiones de influencia sin olvidar la influencia sobre los ecosistemas de montaña, muy ricos en biodiversidad.

Uno de los primeros pasos para entender los procesos físicos involucrados en la dinámica del manto nival es medir de forma objetiva algunos de sus parámetros fundamentales. Estas observaciones son cruciales para poder simular con precisión la física involucrada. Aunque existen medidas de nieve realizadas desde satélite, estas tienen una frecuencia limitada a la órbita del mismo y su resolución no alcanza a resolver de forma suficientemente precisa los espesores típicos del manto en este tipo de montañas, que muy a menudo no superan algunos decímetros. En este sentido, las medidas del espesor y propiedades de la nieve realizados in-situ, se tornan indispensables.

Este grupo lleva algunos años intentando arrojar algo de luz sobre la dinámica de la nieve, y en concreto, sobre esta sierra. Desde el año 2000 se han medido con cierto éxito las condiciones meteorológicas en el entorno del Macizo de Peñalara (Durán et al., 2017), trabajo que se ha extendido en los últimos años a otras zonas de la Sierra de Guadarrama. La razón por la que se mide de forma tan intensiva en esta región no es porque sea la que presente el manto nival más voluminoso ni el que tenga la temporada más extensa. Se debe principalmente a la alta colaboración de las autoridades regionales, y a la facilidad que presenta desde el punto de vista logístico.

Esta sierra presenta características típicas del clima alpino con un manto estacional que suele comenzar con las nevadas de noviembre y terminar en abril. La compleja orografía induce una alta variabilidad espacial en el manto de nieve. Estas inhomogeneidades del manto se originan a partir de redistribuciones causadas por la gravedad y el

viento, junto con disparidades en los ritmos de ablación generados por sombras y otros efectos topográficos que impactan en el balance radiativo.



Figura 1 - Proceso de medición manual de las propiedades del manto nival en el Macizo de Peñalara (derecha) y baliza, sensor de ultrasonidos y disdrómetro ubicados en el Puerto de Cotos (izquierda).

Durante estos años hemos estado utilizando diversos métodos para la observación de la precipitación en forma de nieve y del espesor del manto nival. Por un lado se encuentran las técnicas manuales consistentes en la medida del espesor usando una pétiga milimetrada y una báscula para la medida de la densidad. También se han usado sensores de altura de ultrasonidos y disdrómetros láser (Figura 1). También estamos usando la información suministrada por satélites.

En este trabajo se repasan las conclusiones más relevantes de la experiencia acumulada sobre todos estos aspectos en los últimos años. Además, se muestra la potencialidad de un nuevo método de observación que se espera aplicar en los próximos años en esta zona de estudio en el marco de un proyecto de investigación sobre la dinámica del manto nival. Este nuevo método pretende aunar las ventajas de los métodos automáticos en cuanto a su alta representatividad temporal con los de los manuales respecto a su alta representatividad espacial y gran robustez.

Dicho método consiste en la aplicación de técnicas de análisis de datos a un tipo instrumentación, denominada termonivómetro, hasta ahora solo empleada en algunos estudios polares. Se trata de bastones de madera con una serie de pequeños sensores de temperatura dispuestos a diferentes alturas. Gracias al efecto de aislamiento térmico que la capa de nieve ejerce sobre estos sensores, esta metodología hace posible la obtención de información del espesor del manto nivoso e incluso de su densidad. La metodología ha sido probada con éxito gracias a datos de una estación en las inmediaciones de la Base Antártica Española Gabriel de Castilla, mejorando resultados previos obtenidos con otros métodos de la literatura y los mismos datos de temperatura. Los termonivómetros resultan además de especial interés debido a su relativo bajo coste y su capacidad para seguir aportando datos útiles a pesar de fallos localizados de algunos de sus sensores.

Se espera que los resultados obtenidos con esta nueva técnica y las enseñanzas de años anteriores sirvan para el diseño de nuevos instrumentos y métodos de análisis que puedan mejorar la media y marcar las líneas futuras de investigación sobre este campo por el grupo en los próximos años.

REFERENCIAS

- Duran, L., Rodríguez-Muñoz, I., Sanchez, E. (2017): *The Peñalara mountain meteorological network (1999-2014): Description, preliminary results and lessons learned*. Atmosphere, 8(10), 203, <https://doi.org/10.3390/atmos8100203>