

APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LÁSER ESCANER TERRESTRE GEORREFERENCIADA PARA LA MONITORIZACIÓN DEL MANTO DE NIEVE Y LOS GLACIARES

Jesús REVUELTO BENEDÍ¹, Juan I. LÓPEZ MORENO¹, Cesar AZORÍN MOLINA¹, Sergio M. VICENTE SERRANO¹, Alfredo SERRETA OLIVÁN²

¹Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC Zaragoza

²Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza

jrevuelto@ipe.csic.es

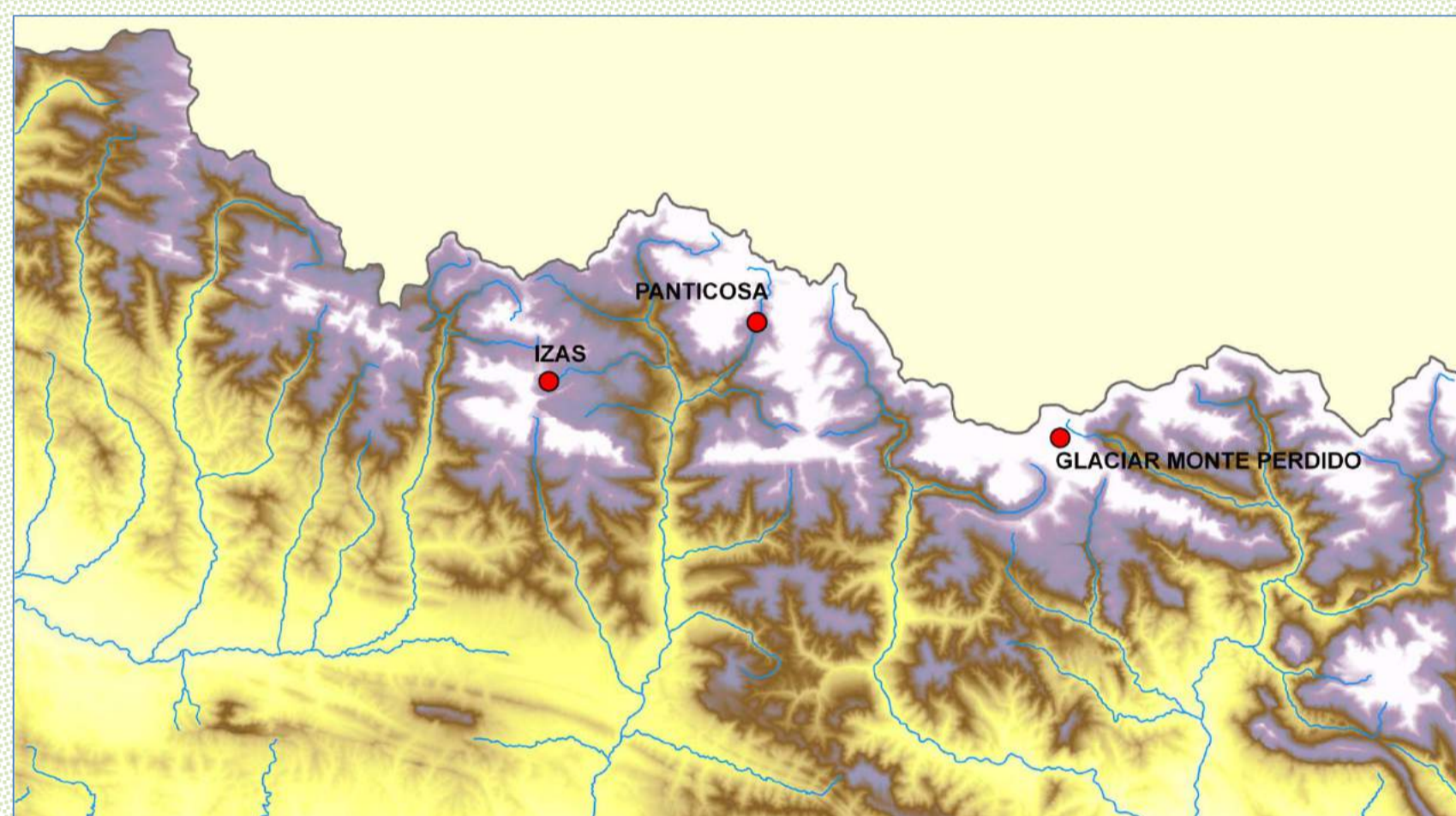
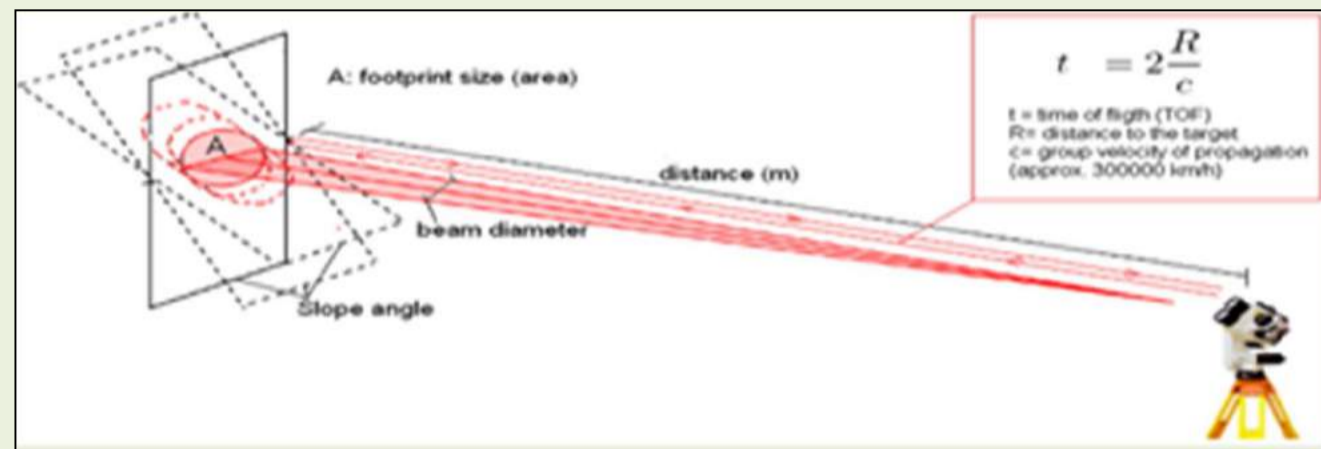


El manto de nieve y los glaciares resultan de gran interés para el estudio del clima de zonas de alta montaña, pues responden de forma directa a la variabilidad espacial e interanual de la precipitación y temperatura en zonas donde apenas se disponen de observaciones instrumentales. Además, su seguimiento resulta de gran interés para comprender la respuesta hidrológica, riesgos naturales y la fenología animal y vegetal en zonas de montaña.

La utilización de un Laser Escáner Terrestre (TLS) para su monitorización resulta una aplicación novedosa que permite conocer la variabilidad espacial del manto de nieve, o la evolución de los glaciares a una resolución espacial de gran detalle y disponer de información de zonas de muy difícil monitorización.

LIDAR (Laser Distance and ranging ó Light Detecting and Ranging):

- Empleado escáner de mayor alcance del mercado (6km): Riegl LPM-321
- Resolución angular mínima de 0,018°, y frecuencia trabajo 10-1000pts/s.
- Tecnología tiempo de vuelo para calcular distancia de un cada punto.



Metodología:

1.- Adquisición de datos con Laser Escáner Terrestre de largo alcance

a) Posicionamiento del escáner (ScanPosition):

Importante primera localización (teniendo en cuenta las sombras del terreno). Montaje topográfico extremadamente estable para minimizar desviaciones.

b) Registro de la posición del escáner y corrección atmosférica:

Reflectores de referencia (TiePoints) que han de ser comunes en las sucesivas campañas.

c) Escaneado de la zona de interés (adquisición de la nube de puntos):

Compromiso resolución/distancia con el modo de trabajo y el tiempo disponible. Solapamiento por divergencia haz 86%(Ej: Distancia 2000m → resolución mínima: 0,68m) Nunca sobrepasar la hora de escaneos para evitar efectos de vibración del equipo. Adquisición de fotos en RGB para incrementar la información de la zona.

2.- Georeferenciación de escaneos a partir de coordenadas de los reflectores

Permite conversión de coordenadas del sistema del escáner a coordenadas globales.

Adquisición de coordenadas de reflectores mediante: Estación total, GPS diferencial, RTK, etc.

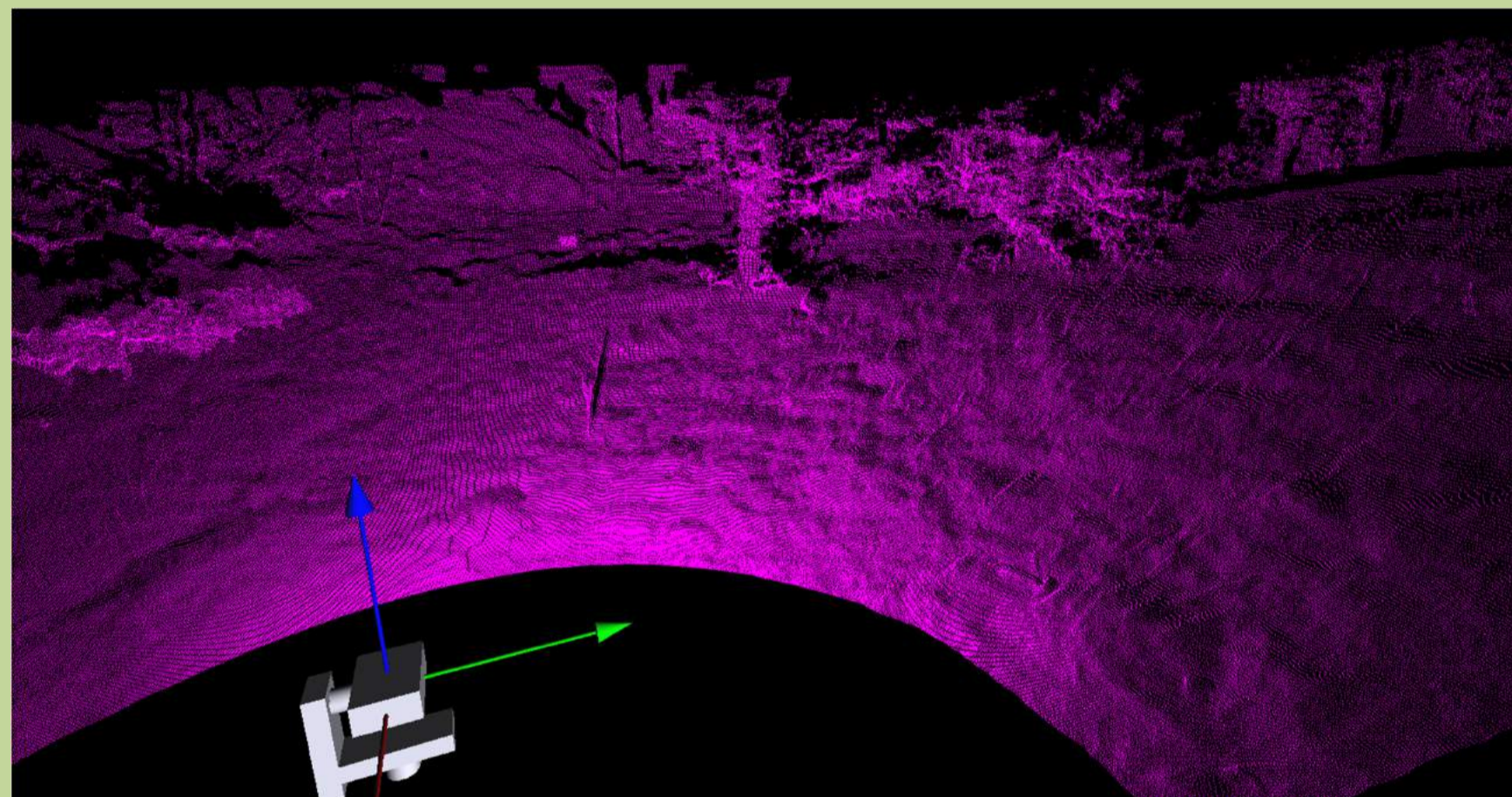
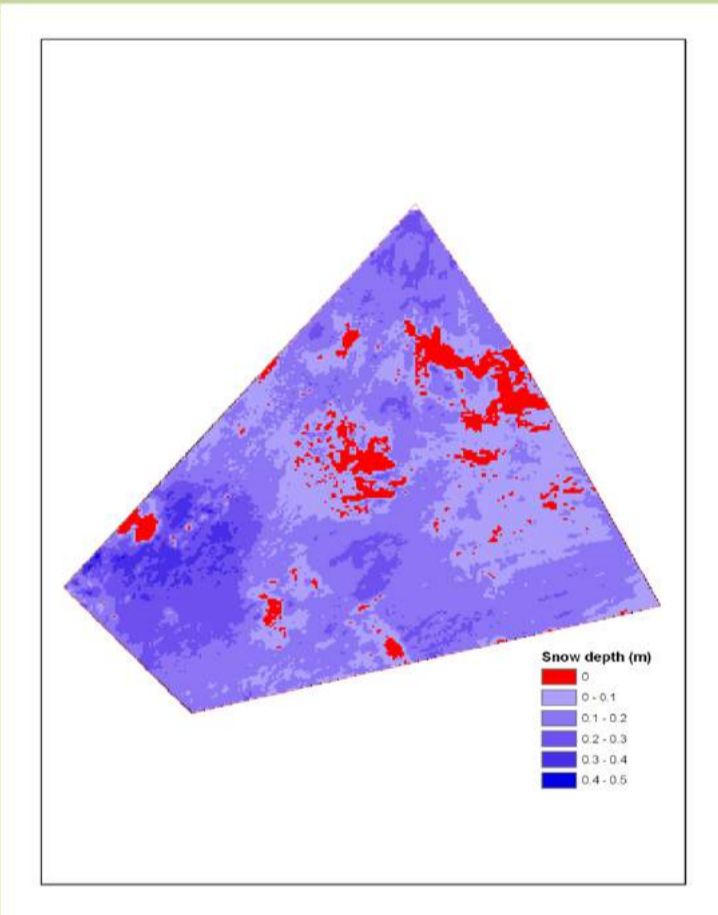
3.-Post-proceso

Solapamiento de escaneos en software del fabricante, calculado matriz de rotación y traslación, entre las distintas campañas realizadas a partir de puntos comunes (reflectores) y conversión coordenadas globales.

Filtrado y rasterización de los datos en un GIS para trabajar con el mallado espacial de los datos.

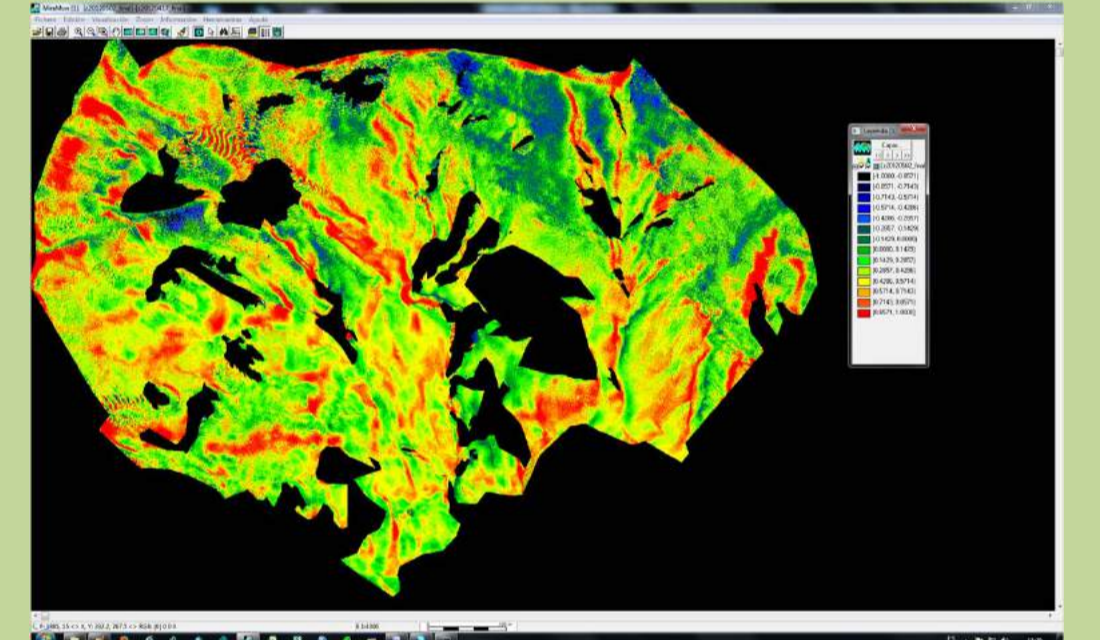
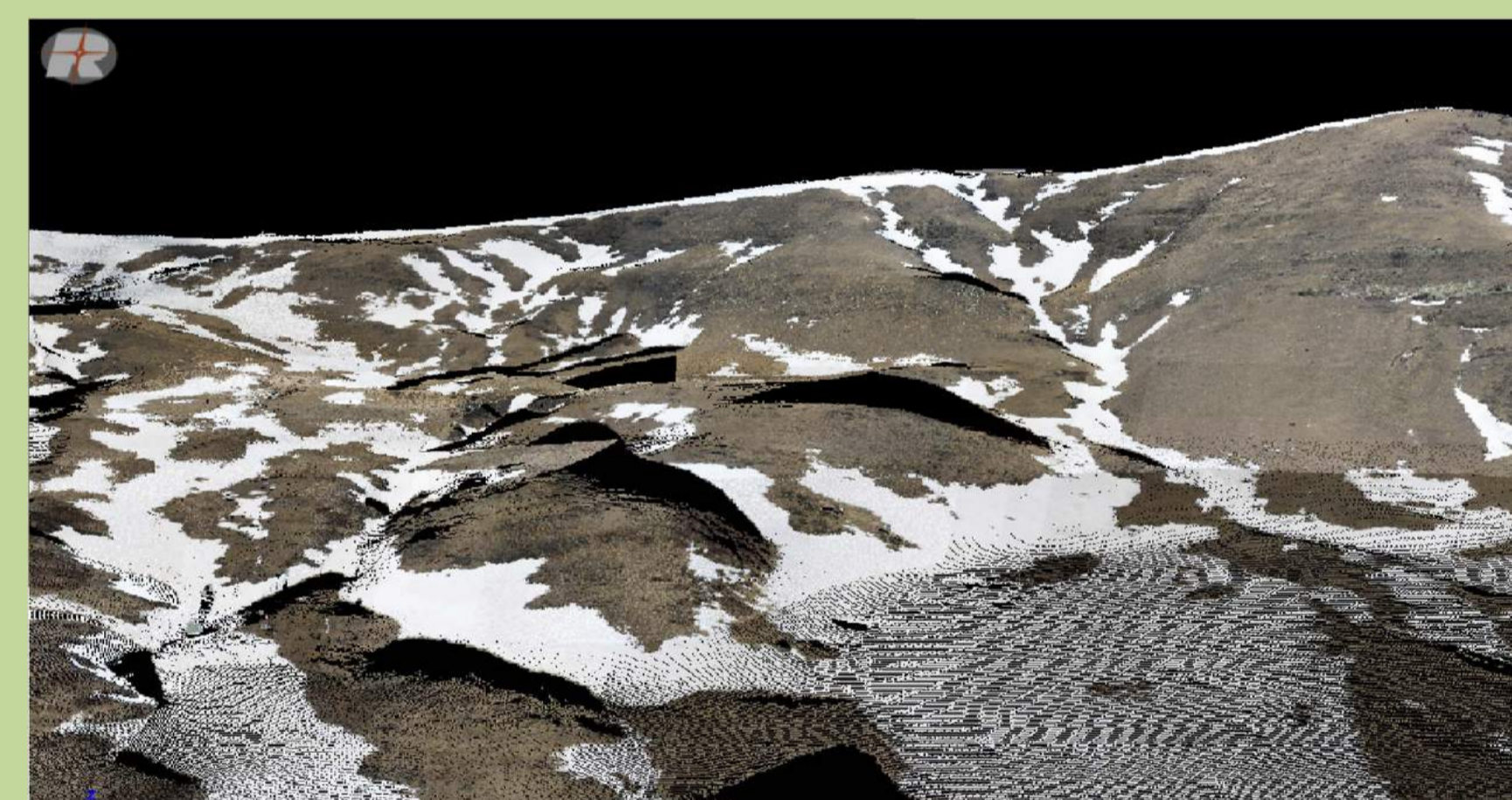
Bosque balneario de Panticosa:

Altitud 1.650 m s.n.m. extensión de 1 hectárea, resolución espacial de puntos: 0,047° ~ 0,03m
Tres posiciones de escaneo para cubrir toda la zona. Escaneo en periodos de acumulación-fusión.
Objetivo: Monitorizar el manto de nieve y conocer como interactúa la cubierta forestal analizando la variabilidad espacio-temporal del manto de nieve.



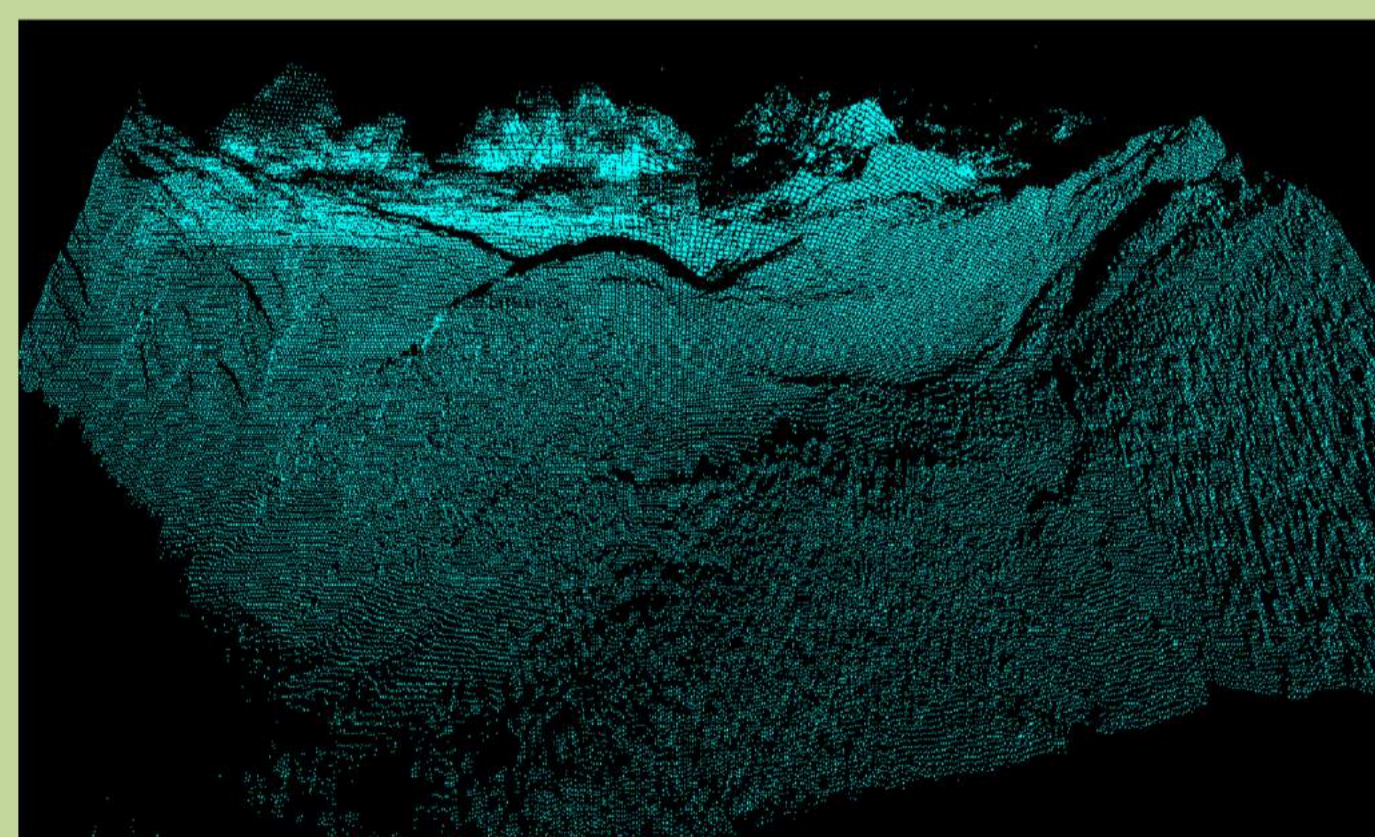
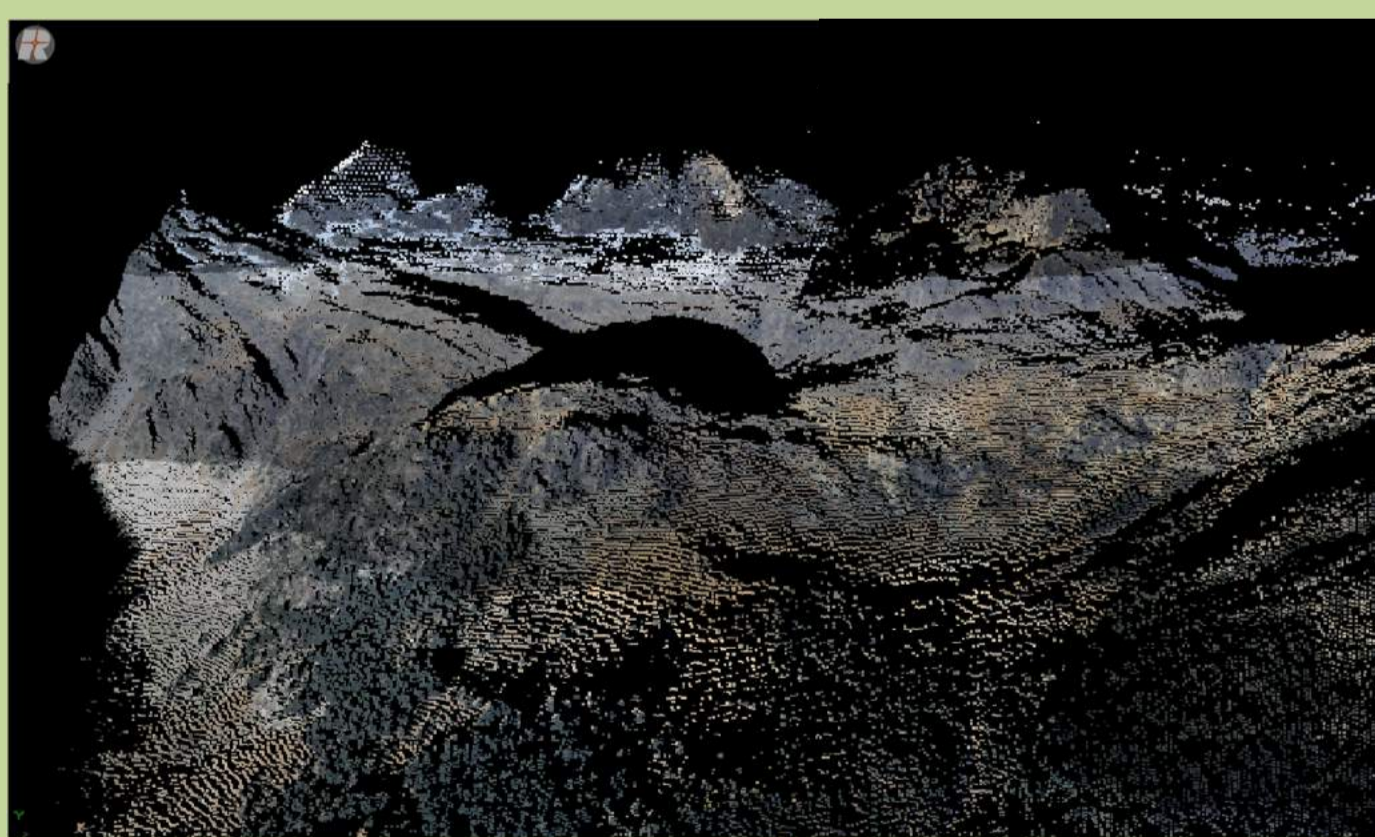
Cuenca experimental de Izas

2.000-2.300m de altitud, cuenca de alta montaña de 33ha. Resolución 0,027° ~ 0,3m. 2 ScanPos.
Resolución temporal mensual (quincenal durante fusión) durante invierno y primavera.
Objetivo: Cuantificar las diferencias de acumulación de la nieve condicionados por curvatura del terreno, pendiente o exposición a la radiación solar y relacionarlo con la climatología local.



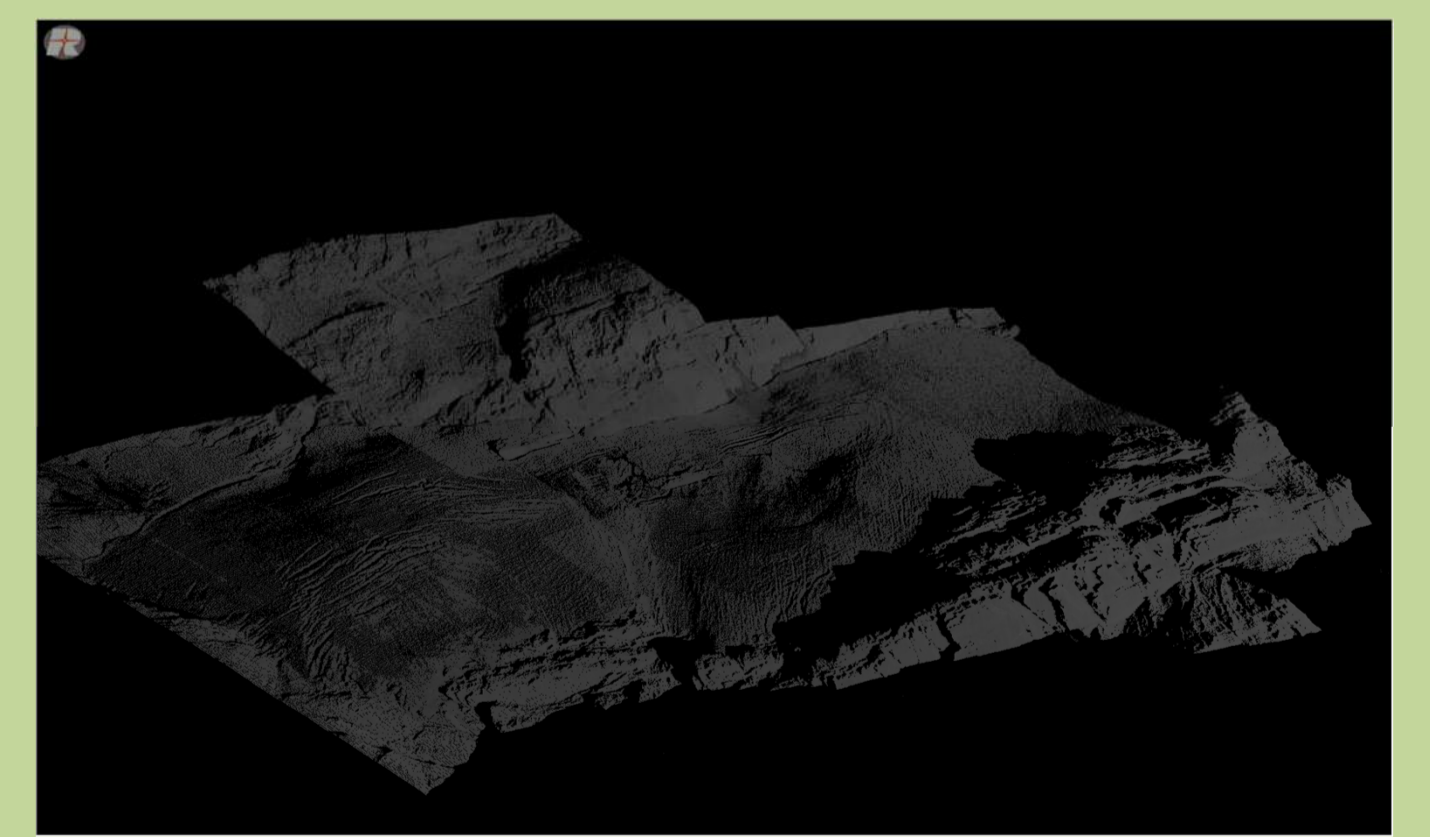
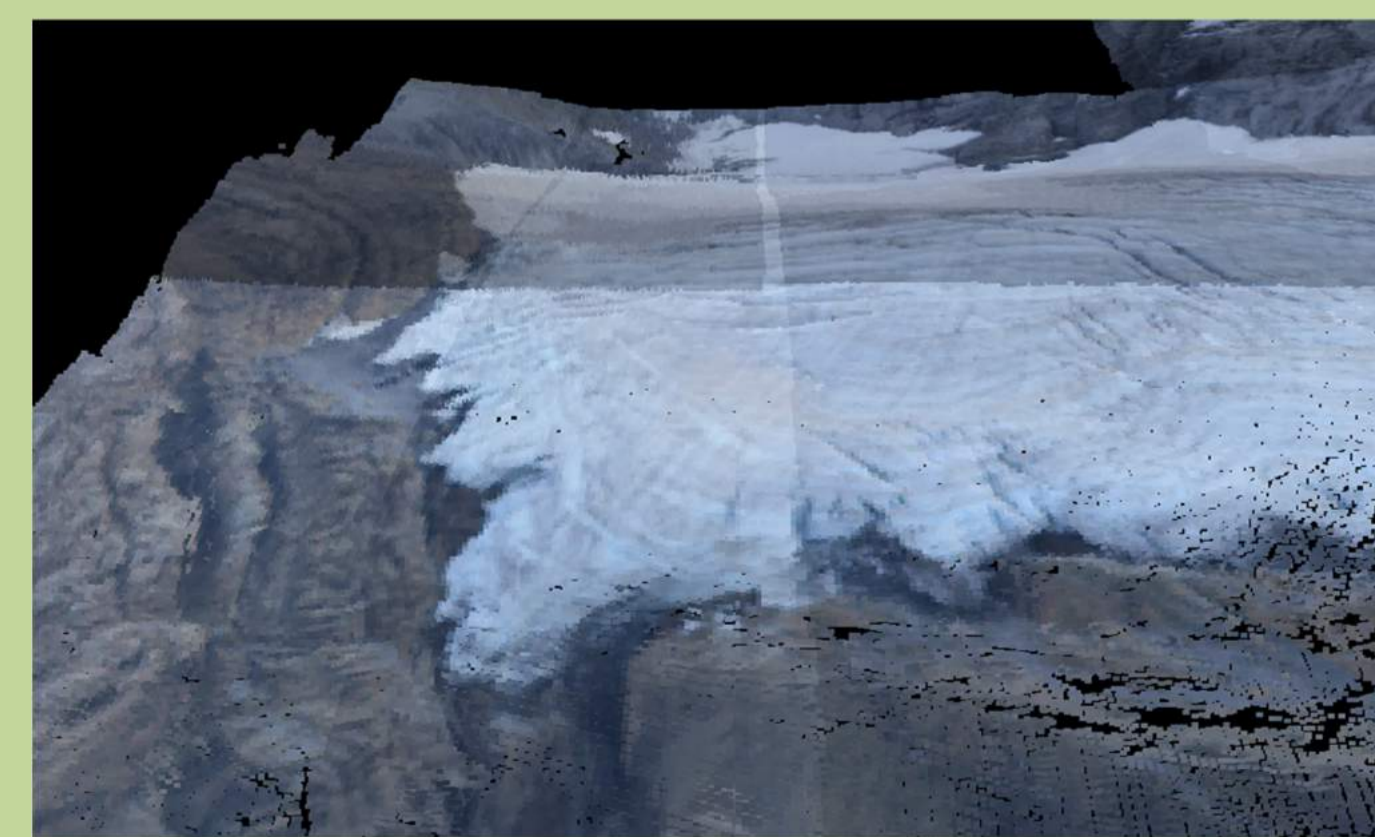
Macizo de Garmo Negro-Argüelas

Altitud desde 1.600m hasta 3.000 m s.n.m. Resolución media nube de puntos: 1m ~ 0,036°
Resolución temporal entre escaneos mensual (en invierno y primavera). Dos posiciones de escaneo.
Objetivo: Analizar el gradiente altitudinal en la acumulación de nieve en alta montaña.



Glaciar norte de Monte Perdido

Altitud comprendida entre 2800m y 3300m s.n.m. Resolución media nube de puntos: 1m ~ 0,036°
Objetivo: Reconstruir anualmente el balance de masa del glaciar y relacionarlo con la evolución climática.



Conclusiones:

- La metodología presentada en este trabajo muestra el gran potencial de la misma para estudios de la criosfera, especialmente en investigaciones relacionadas con la monitorización del manto de nieve y glaciares en relación a la variabilidad climática.
- Los errores en la adquisición de puntos se reduce drásticamente si se controla la estabilidad del escáner, la correcta georeferenciación de los reflectores y la consideración de las condiciones atmosféricas para calibrar el aparato (temperatura, presión atmosférica y humedad relativa) y elegir el momento de escaneo (evitando situaciones de viento intenso, precipitación, visibilidad limitada, etc). Un correcto equilibrio entre distancia de escaneo y resolución de puntos de medición son necesarios para optimizar los tiempos de escaneo,
- La elevada velocidad en la adquisición de puntos así como la posibilidad de recoger datos desde un punto seguro, situado a grandes distancias de la zona de muestreo permiten asegurar que el TLS combinado con técnicas de georeferenciación por medio de GPS, son muestra de la versatilidad de la combinación de ambas técnicas.
- Se puede asegurar que siguiendo la metodología y respetando los límites señalados, los datos recogidos tendrán una calidad óptima para multitud de aplicaciones de estudios climatológicos.

REFERENCIAS:

- Egli, L., Jonas, T., Grünwald, T., Schirmer, M., Burlando, P. (2011) *Dynamics of snow ablation in a small Alpine catchment by repeated terrestrial laser scans* Hydrological Processes DOI: 10.1002/hyp. 8244
- Lichte D. (2006), *Angular resolution of terrestrial laser scanners*. The Photogrammetric Record 21 (114): 141-160
- López-Moreno, J.I.; Goyette S. y Beniston M. (2009) *Impact of climate change on snowpack in the Pyrenees: Horizontal spatial variability and vertical gradients* Journal of Hydrology 374 384-396.
- Prockop, A. (2008) *Assessing the applicability of terrestrial laser scanning for spatial snow depth measurements* Cold Regions Science and Technology 54 (2008) 155-163
- Prockop, A., Panholzer, H., (2007). *Monitoring landslides using terrestrial laser scanning. Final report: EU-Research Project ClimChAlp, Work*, pp 31-34 and 108-112.