

GHIACCIAIO DI DOSDÈ CENTRALE I

Risultati di proiezioni Georadar,
rilievi GNSS e APR

RECENTI ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

Da diversi decenni è in corso un intenso regresso dei ghiacciai in tutto il mondo, che viene considerato il segnale più chiaro e indiscutibile del riscaldamento globale (Oerlemans 2005; IPCC, 2007). Sulle Alpi l'incremento termico ha subito una forte accelerazione a partire dalla fine degli anni '70 del secolo scorso. Questa evoluzione climatica sta portando ad una vera e propria "disintegrazione" delle masse glaciali alpine, interessando in particolare i ghiacciai di piccole dimensioni (cioè, i ghiacciai con superficie inferiore a 1 km²), che sulle Alpi rappresentano l'80% del numero totale dei ghiacciai e costituiscono un importante contributo alle risorse idriche (Oerlemans & Fortuin 1992). Anche il Ghiacciaio di Dosdè, situato nel comune di Valdidentro, in provincia di Sondrio, ha subito gli effetti del riscaldamento globale: nel corso di quasi un secolo si è frantumato in diversi apparati glaciali (Dosdè est, Dosdè Centrale I, Dosdè Centrale II, Dosdè ovest), inizialmente interconnessi. La porzione centrale del ghiacciaio, che fino agli anni novanta del secolo scorso si presentava come un unico ed esteso ghiacciaio si è separato in due corpi, Ghiacciaio di Dosdè Centrale I e Ghiacciaio di Dosdè Centrale II, il primo è stato oggetto di studio da parte del Centro Nivometeorologico di Arpa Lombardia. Analizzando e comprendendo i dati acquisiti durante i rilievi in sito in diversi periodi è stato possibile approfondire le conoscenze sulle dinamiche glaciali, costruire modelli accurati e fare possibili previsioni attendibili sulla disponibilità della risorsa idrica di origine glaciale.

Da diversi decenni è in corso un intenso regresso dei ghiacciai in tutto il mondo, che viene considerato il segnale più chiaro e indiscutibile del riscaldamento globale (Oerlemans 2005; IPCC, 2007). Sulle Alpi l'incremento termico ha subito una forte accelerazione a partire dalla fine degli anni '70 del secolo scorso. Questa evoluzione climatica sta portando ad una vera e propria "disintegrazione" delle masse glaciali alpine, interessando in particolare i ghiacciai di piccole dimensioni (cioè, i ghiacciai con superficie inferiore a 1 km²), che sulle Alpi rappresentano l'80% del numero totale dei ghiacciai e costituiscono un importante contributo alle risorse idriche (Oerlemans & Fortuin 1992). Anche il Ghiacciaio di Dosdè, situato nel comune di Valdidentro, in provincia di Sondrio, ha subito gli effetti del riscaldamento globale: nel corso di quasi un secolo si è frantumato in diversi apparati glaciali (Dosdè est, Dosdè Centrale I, Dosdè Centrale II, Dosdè ovest), inizialmente interconnessi. La porzione centrale del ghiacciaio, che fino agli anni novanta del secolo scorso si presentava come un unico ed esteso ghiacciaio si è separato in due corpi, Ghiacciaio di Dosdè Centrale I e Ghiacciaio di Dosdè Centrale II, il primo è stato oggetto di studio da parte del Centro Nivometeorologico di Arpa Lombardia. Analizzando e comprendendo i dati acquisiti durante i rilievi in sito in diversi periodi è stato possibile approfondire le conoscenze sulle dinamiche glaciali, costruire modelli accurati e fare possibili previsioni attendibili sulla disponibilità della risorsa idrica di origine glaciale.



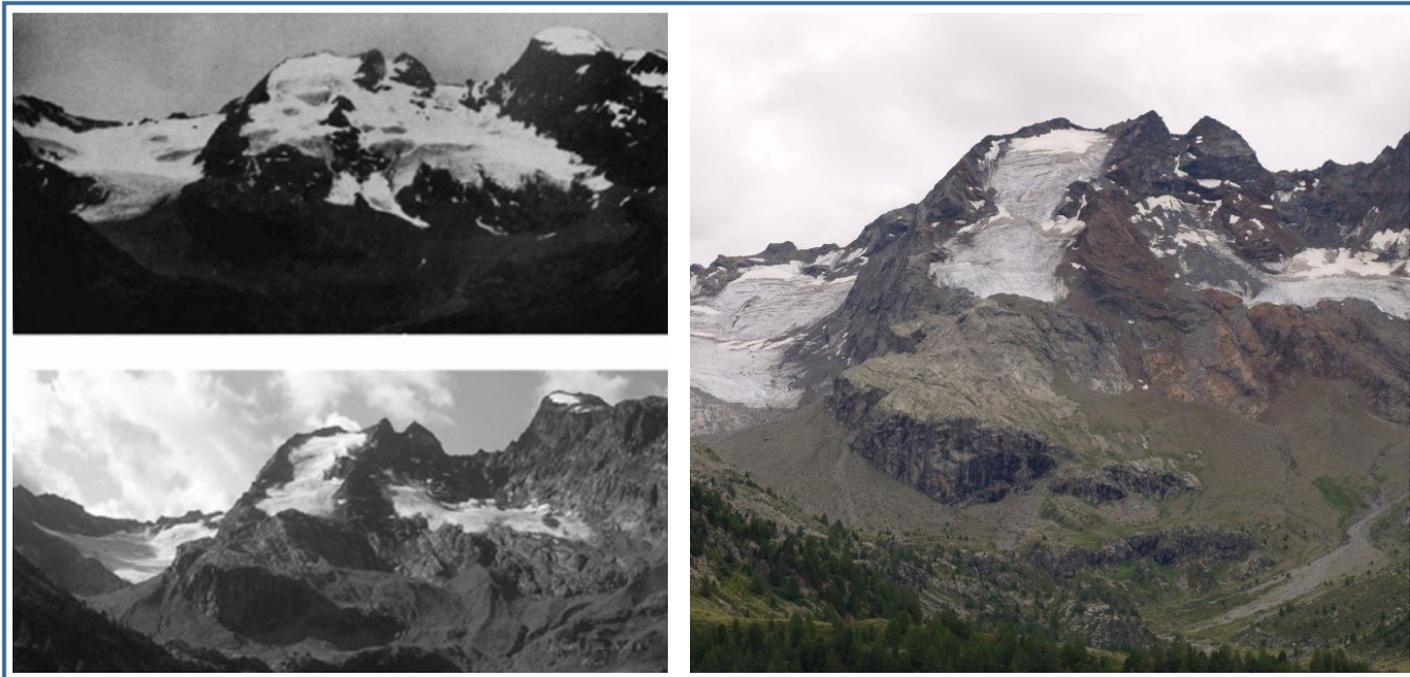
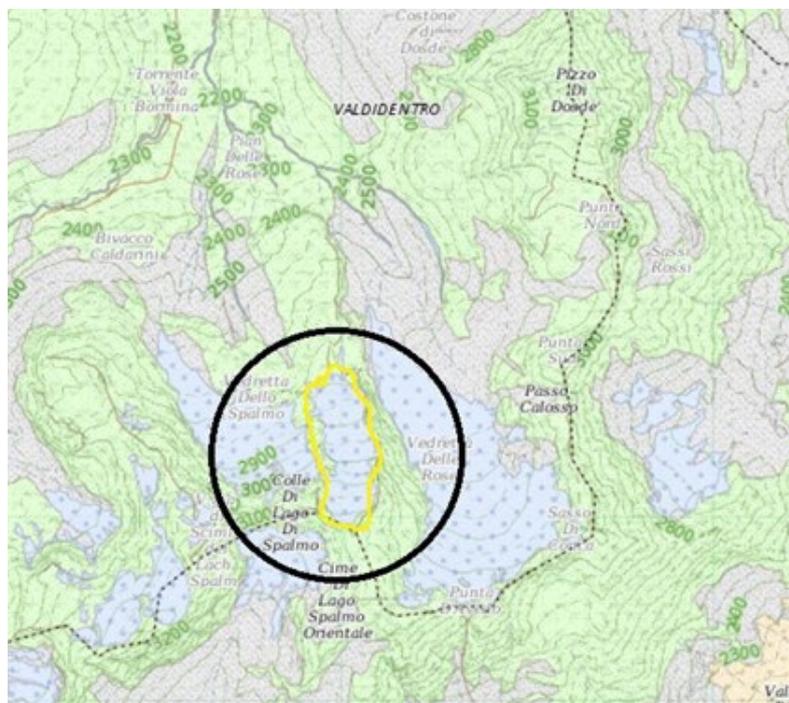


Figura 1 Ghiacciai Dosdè (gruppo Piazzzi-Campo, Valtellina): (sopra a sinistra) estate 1932 Archivio CGI; (b) (sotto a sinistra) estate 2007, foto G. Diolaiuti c) (destra) estate 2018

Figura 2 Area oggetto di studio, scala 1:25000



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO

L'area oggetto di studio, il Ghiacciaio di Dosdè Centrale I, situato nella valle omonima, è un apparato glaciale Lombardo situato in provincia di Sondrio, nel Comune di Valdidentro, sul versante settentrionale della Cima di Lago Spalmo Orientale (3298 m s.l.m.). Tale ghiacciaio è compreso all'incirca tra quota 2780 e 3240 m s.l.m. ed è stato oggetto di studio del Centro Nivometeorologico di ARPA Lombardia, che ha

svolto rilievi in sito per monitorarne l'attività (stima dei volumi di ghiaccio) durante l'autunno del 2018 e del 2022.

I RILIEVI E GLI STUDI CONDOTTI NEL QUADRIENNIO 2018-2022

Rilievi georadar per la stima dello spessore di ghiaccio.

Con l'obiettivo di monitorare il ghiacciaio, nell'estate del 2018, il CNM di Bormio ha eseguito misure Georadar al fine di ricostruire la profondità del bed-rock,

di verificare gli spessori del ghiacciaio ed infine produrre il modello digitale di terreno basale (bedrock) e superficiale (DEM) utile per calcolare il volume complessivo dell'apparato glaciale. La metodologia G.P.R. (Ground Probing Radar) utilizzata si basa sull'utilizzo di onde elettromagnetiche ad alta frequenza, immesse, riflesse e ricevute al fine di acquisire informazioni sullo stato fisico esistente nei materiali indagati. Le modalità di propagazione di tali onde sono strettamente legate alle costanti dielettriche dei materiali, a loro volta dipendenti dallo stato fisico dei materiali (densità, porosità, permeabilità, conducibilità etc.). Tutte le interfacce che separano materiali con caratteristiche diverse possono essere quindi individuate in modo tanto più certo quanto più alto è il contrasto fisico.

Il rilievo è stato effettuato avvalendosi di una strumentazione composta da un Radar in array con 2 antenne da 200 Mhz e da 600 con configurazione a 2 canali. Sulla superficie del Ghiacciaio di Dosdè Centrale I sono stati eseguiti 11 stendimenti per una lunghezza complessiva di 1660 m. I risultati di tale rilievo hanno permesso di verificare gli spessori del Ghiacciaio che variano da 20-30 m nel settore superiore a pochi metri dei bordi. In corrispondenza del cambio di pendenza della topografia a quota 3050 m s.l.m. lo spessore del ghiacciaio si aggira intorno a 8-10 m.

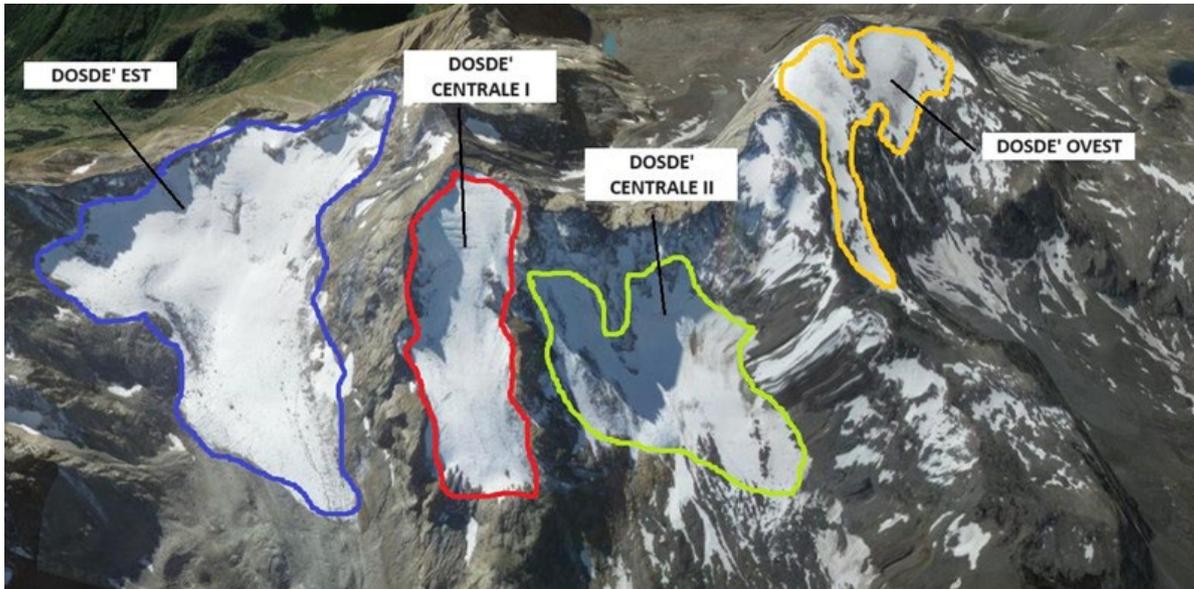


Figura 3 I ghiacciai della Val Dosdè



Figura 4 Operazioni di rilievo georadar sez.8

Figura 5 Distribuzione sezioni del rilievo Georadar

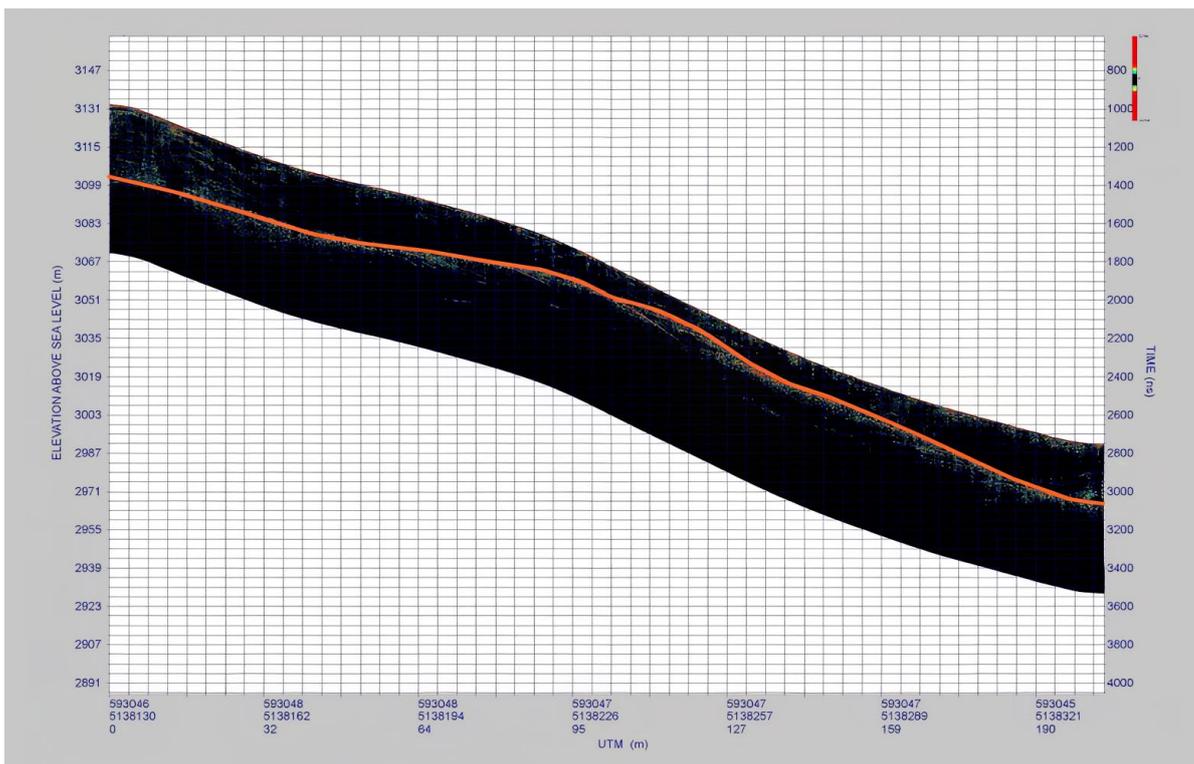
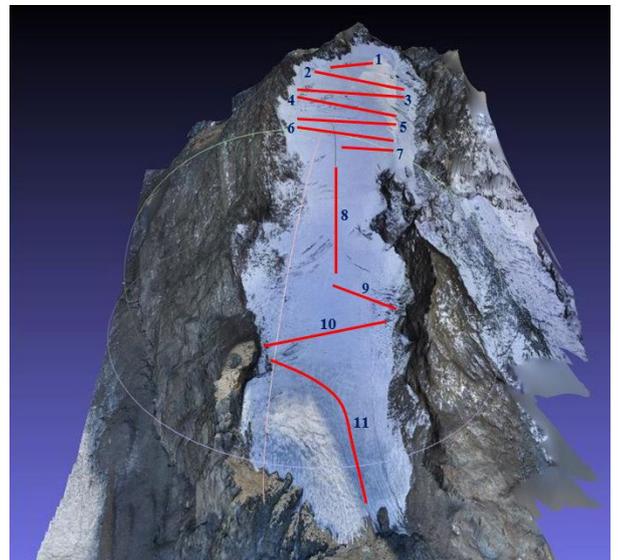


Figura 6 Linea 8: acquisita per una lunghezza di circa 200 m, in calata con corda di sicurezza; spessore ghiaccio 8 = 32 metri.



Figura 7 APR utilizzato per il rilievo aerofotogrammetrico

Figura 8 Fase di monitoraggio su PC del volo



Rilievo aerofotogrammetrico e dem della superficie I rilievi del Ghiacciaio di Dosdè

Centrale sono stati acquisiti tramite il Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto "eBee", sviluppato dalla svizzera Sensefly per operazioni di fotogrammetria e mappatura geospaziale. Il sistema è composto da: Figura 4 Operazioni di rilievo georadar sez.8 Figura 5 Distribuzione sezioni del rilievo Georadar Figura 4 Linea 8: acquisita per una lunghezza di circa 200 m, in calata con corda di sicurezza; spessore ghiaccio 8 ÷ 32 metri.

Figura 9 Ortofotografia autunno 2018

Figura 10 Ortofotografia autunno 2022

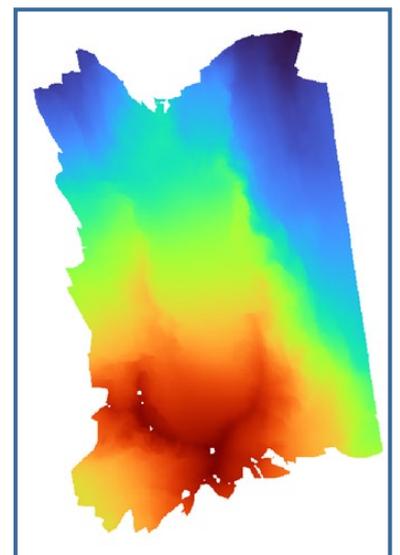
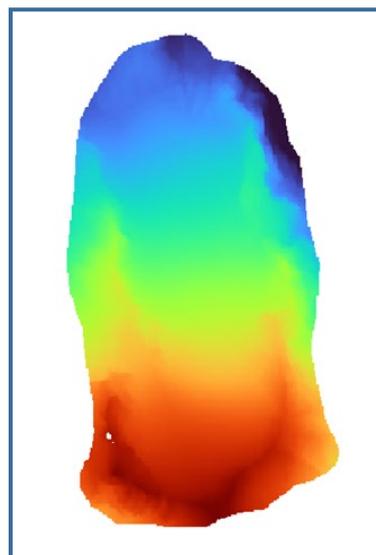
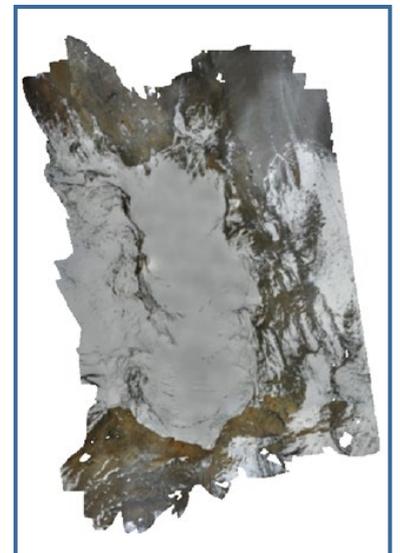
Figura 11 DEM 2018

Figura 12 DEM 2022

▶ APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto) tutt'ala in materiale espanso nero (EPP) con fotocamera alloggiata in un apposito vano posto nella parte inferiore e batterie al litio che permettono un'autonomia di oltre 45 minuti di volo operativo.

▶ Stazione di terra composta da un PC dotato del software di volo e da un radiocomando manuale. Durante il volo l'interfaccia utente permette un controllo in tempo reale di diversi parametri (posizione GPS, altezza, distanza dalla Stazione di Terra, tensione batteria, numero di satelliti agganciati, potenza del segnale radio, intensità del vento e direzione del vento).

Nel rilievo aerofotogrammetrico del 2018 il tempo nominale complessivo di volo (per il solo rilievo) è stato di 17':55" con



una distanza nominale di 13090 m. Nel rilievo fotogrammetrico del 2022 il tempo nominale complessivo di volo (per il solo

rilievo) è stato di 25':36" con una distanza nominale di volo di 17688 m. Dall'elaborazione dei dati acquisiti si sono

ottenute le ortofotografie dell'area in esame con una risoluzione media intorno a 4 cm/px e i modelli digitali di terreno (DEM) con risoluzione media inferiore a 20 cm/px.

Rilievo GNSS

Per permettere la georeferenziazione assoluta delle acquisizioni aero-fotogrammetriche, durante entrambe le campagne, sono stati posizionati a terra diversi "target", georeferenziati tramite rilievo topografico con metodologia GNSS (Global Navigation Satellite System).

ANALISI E CONFRONTO DEGLI STUDI CONDOTTI NEL 2018 E NEL 2022

Partendo dai dati acquisiti durante le campagne del 2018 e del 2022 è stato analizzato il comportamento dell'apparato glaciale di Dosedè Centrale I in termini di variazioni volumetriche grazie all'utilizzo del software QGIS. Dall'analisi dell'ortofoto dell'autunno 2018, in cui non vi era copertura nevosa, è stato possibile delineare in maniera accurata il perimetro dell'apparato glaciale in esame di cui è stata calcolata la superficie che risulta essere di circa 15.3 ha.

Il volume del Ghiacciaio nell'autunno del 2018 era di circa 3.000.000 m³. Tale dato deriva dall'analisi della differenza del DEM superficiale con quello basale (bedrock) dell'area in esame.

Per valutare la differenza in termini di volume tra il 2018 e il 2022 sono stati confrontati i DEM superficiali, da cui si è riscontrato un bilancio di massa negativo, con una perdita volumetrica complessiva di 661.847,3 m³. In quattro anni c'è stata una diminuzione di circa il 22% del volume totale. Gli spessori persi variano da pochi metri nelle zone perimetrali fino a 10-12 m della zona frontale. Una perdita importante è stata osservata anche nella zona della scarpata posta al limite del terzo superiore del ghiacciaio (Figura 13).

Dall'analisi dell'istogramma relativo alla frequenza di perdita di quota è stato ricavato il valore medio relativo allo spessore perso che risulta essere di circa 3,5-4 m nel corso del quadriennio 2018- 2022.

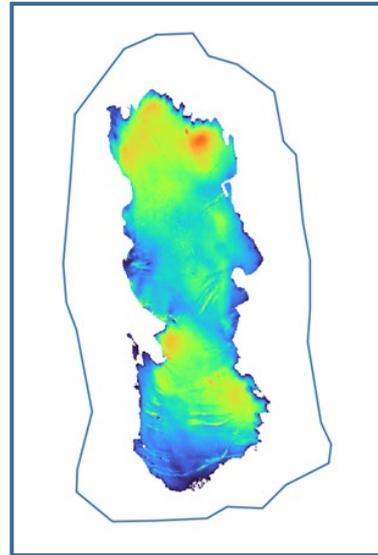
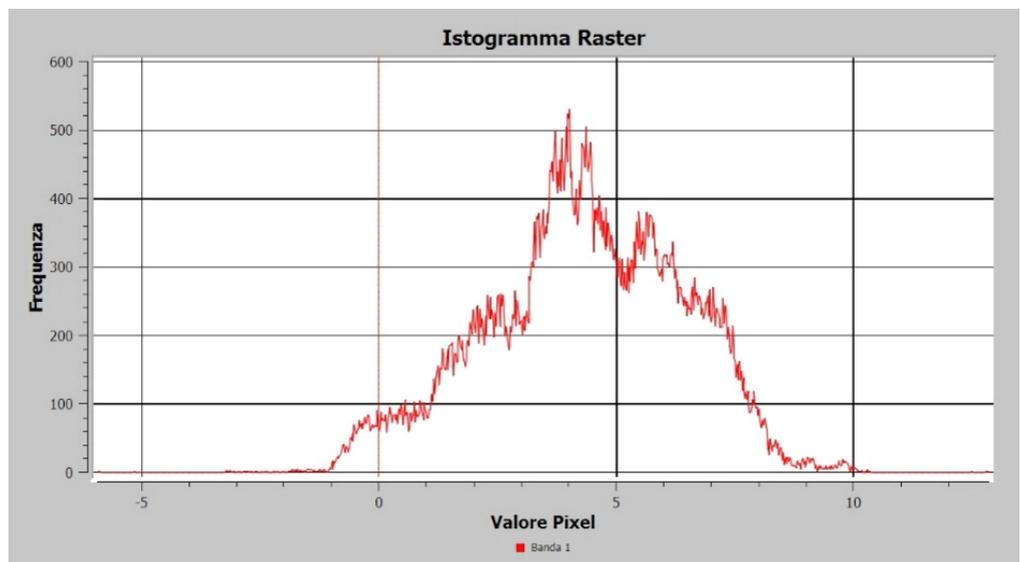


Figura 13 Ortofoto del Ghiacciaio di Dosedè Centrale I (2018), in rosso è evidenziata la superficie glaciale.

Figura 14 Carta della variazione dei volumi glaciali



Figura 15 Istogramma perdita spessore medio



BIBLIOGRAFIA IPCC (2007)

- ▶ IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Synthesis M. FIOLETTI, L. BONETTI & F. BERBENNI - ARPA Lombardia - Centro Nivometeorologico
- ▶ M. STERLI E I. STAIN - Studio di geologia applicata OERLEMANS J. & FORTUIN J.P.F. (1992) - Sensitivity of glaciers and small ice caps to Greenhouse warming. Science, 258, 115-117.
- ▶ OERLEMANS J. (2005) - Extracting a climate signal from 169 glacier records. Science, 308, 675- 677. Report – Carovana dei ghiacciai 2023