

# **INDAGINE GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO ED INQUADRAMENTO PEDOLOGICO DELL'ALTOPIANO PERIGLACIALE DELLO STOLEMBERG (MONTE ROSA) PER LA RICOSTRUZIONE DELLA SUA EVOLUZIONE AMBIENTALE**

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra (A.A. 2016-2017)

Relatore: Marco Giardino Correlatori: Luigi Perotti, Michele Freppaz, Michele D'Amico

## **INTRODUZIONE**

Il presente lavoro ha avuto come oggetto l'analisi di forme e processi di ambiente periglaciale in un'area di alta montagna antropizzata per realizzare una sintesi interpretativa della loro distribuzione e mutazione nel tempo, in rapporto al contesto morfo-geodinamico regionale alpino.

L'area di studio è ubicata al confine tra Valsesia (Piemonte) e Valle di Gressoney (regione autonoma Valle d'Aosta); essa si sviluppa alle pendici del versante meridionale del Monte Rosa (Alpi Occidentali), dall'altopiano di Cimalegna fino alla cima dello Stolemberg (3202 m).

Nell'area è stato effettuato uno studio di estremo dettaglio (circa 20.000 metri quadrati) sull'Altopiano dello Stolemberg ad una quota di circa 3100 m s.l.m. Tale luogo rappresenta un "atelier" di forme e depositi di origini differenti, in cui l'eredità glaciale (rappresentata da dossi montonati, rocce striate...) ha subito sensibili modificazioni nel periodo post-glaciale. Nel *permafrost*, in particolare, si sono generati numerosi processi criotici, i quali hanno contribuito al sostanziale rimodellamento di questo paesaggio geomorfologico alpino d'alta quota. L'alternarsi di diverse condizioni climatiche a partire dal Pleistocene, ed in particolare il recente riscaldamento climatico, sono i principali responsabili di tali trasformazioni.

## **METODOLOGIA**

Per la tesi è stato proposto un approccio multidisciplinare: il rilevamento geomorfologico tradizionale applicato con estremo dettaglio sull'area indagata (con gli strumenti del laboratorio geoSITlab-UniTO) è stato affiancato all'ausilio di nuove tecnologie per indagini geologiche (fotogrammetria con droni, in collaborazione con la *spin-off* IMAGEO). Inoltre, ci si è focalizzati sull'analisi del suolo ai fini di comprendere il rapporto tra genesi/sviluppo delle forme periglaciali e l'evoluzione pedogenetica locale (in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Agrarie Forestali e Alimentari dell'Università di Torino).

Nella fase di rilevamento di terreno, particolare attenzione è stata prestata all'individuazione delle evidenze geomorfologiche derivanti dal rimodellamento criotico dei depositi (mesoforme e microforme), al fine di ottenere utili indicazioni inerenti la distribuzione dei processi periglaciali nell'area indagata. Si è proceduto anche al rilevamento dei diversi elementi lineari morfostrutturali (fratture nel substrato, eventuali sistemi di faglie etc.) e delle strutture legate all'azione della gravità (trincee, nicchie di scivolamento etc.), con lo scopo di riportare ubicazione, direzione di flusso e tipologia di *periglacial features* con l'attivazione di movimenti tettonico-gravitativi succedutisi nel tempo. È stata poi redatta una descrizione di tutte le forme e depositi osservati durante le campagne di rilievi, sotto forma di note illustrative alla cartografia prodotta.

## RACCOLTA DATI ED ELABORAZIONI

L'approccio multidisciplinare si è rivelato fondamentale ai fini di impostare correttamente la raccolta dei dati e la loro interpretazione finale. Già dall'analisi concettuale, infatti, si è compreso che i processi glaciali e periglaciali, controllati dal clima, potessero svilupparsi in interazione dinamica non solo con il complesso assetto lito-strutturale e tettonico, ma anche con i movimenti gravitativi del versante. Ciò potrebbe spiegare la geodiversità di forme e, soprattutto, di orizzonti di suoli della Piana dello Stolemberg, che in questo studio è risultata molto più ricca rispetto al quadro conoscitivo pregresso.

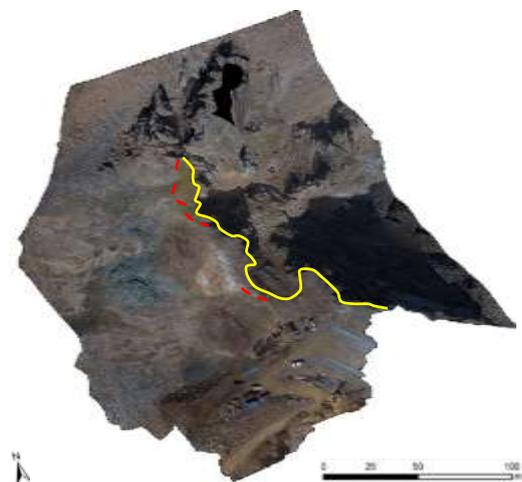
Attraverso un'analisi dei dati storici e di letteratura, sono state delineate le variazioni spazio-temporali recenti delle masse glaciali del versante meridionale del Monte Rosa e successivamente si è analizzato in estremo dettaglio l'assetto geomorfologico dell'area indagata. La descrizione delle forme e dei depositi è stata effettuata alla scala 1:500 con il supporto di strumenti e metodologie geomatrici (fotogrammetria da drone, GIS).

L'inquadramento climatico dell'area, i dati di letteratura e le evidenze di terreno indicano che, analogamente a quanto si riscontra nel contesto alpino, l'area di studio è stata caratterizzata da una progressiva e sensibile diminuzione areale e volumetrica delle masse glaciali; diversi processi morfogenetici hanno poi interessato i settori liberati da queste ultime. Ciò ha permesso di distinguere nella Piana dello Stolemberg e nelle aree ad essa prospicienti: 1) settori attualmente in fase di deglaciazione (ambiente paraglaciale) e 2) settori non più glacializzati da diversi secoli, in cui prevale la *frost action* (ambiente periglaciale).

La Piana dello Stolemberg è un esempio di ambiente periglaciale contenente forme glaciali relitte. In particolare, essa risulta modellata da fasi successive di pulsazione, stasi e ritiro del Ghiacciaio di Bors. Evidenze di ciò sono le rocce striate rilevate nella porzione sud-orientale dell'area, nonché la prevalenza di *till* indifferenziato. La distribuzione altimetrica e planimetrica di queste evidenze consente di ipotizzare che l'originario ghiacciaio si estendesse con continuità sino oltre il Passo Foric (2432 m), modellando nel substrato roccioso le scarpate che delimitavano la lingua terminale.

Il modellamento glaciale ha però interagito con l'assetto strutturale-tettonico dell'area; infatti, l'originaria superficie di modellamento glaciale è delimitata nella porzione orientale da una scarpata sub-verticale con orientazione circa NW-SE e substrato affiorante intensamente fratturato. In corrispondenza dell'orlo di tale scarpata e parallelamente ad essa, si sviluppa un'area intensamente deformata per fenomeni gravitativi. Sono stati rilevati sette gradini con orientazione NW-SE del tutto simile alle numerose fratture individuate nel substrato roccioso affiorante: circa 135, distinte tra chiuse ed aperte, la cui orientazione varia, appunto, tra NE-SW e NW-SE. Inoltre, lo stesso substrato roccioso risulta essere:

- allentato: 17 affioramenti
- disarticolato: 39 affioramenti



**Figura 1.** Ortofoto in cui è visibile la scarpata in continua evoluzione (riga gialla) ed alcuni dei principali gradini (tratteggio rosso) nei pressi di quest'ultima



**Figura 2.** Affioramento di metabasite in cui sono visibili le due grandi famiglie di fratturazione: NW-SE (tratteggio giallo) e NE-SW (tratteggio rosso) (immagine nadirale IMAGEO S.r.l) (coord. 412035.9, 5081194.5)

## INTERPRETAZIONI

I dati rilevati hanno portato alla conclusione che la Piana dello Stolemberg stia subendo una lenta ma costante deformazione gravitativa profonda, con l'attivazione di fenomeni di ribaltamento in corrispondenza della scarpata sopra descritta. La progressiva apertura della fessurazione che coinvolge il substrato roccioso, porta infatti alla formazione di cunei rocciosi isolati i quali possono poi facilmente subire fenomeni di ribaltamento nel tempo. Gli stessi gradini analizzati possono rappresentare, alla macroscale, delle aree di probabile collasso gravitativo.

Dopo la progressiva contrazione dei ghiacciai e l'attivazione di fenomeni tettonico-gravitativi che hanno profondamente variato l'assetto geomorfologico dell'Altopiano, le grandi quantità di depositi glaciali sono state interessate da processi criotici e dall'instaurarsi del *permafrost*, come evidenziato dalla distribuzione delle forme periglaciali indicate nella cartografia geomorfologica realizzata. Ne consegue che ambiente glaciale, periglaciale e tettonico-gravitativo risultino qui strettamente correlati. Le interazioni sono tali che la genesi o l'evoluzione di una forma può essere legata alla coesistenza dei tre ambienti sopra citati. Ne sono un valido esempio le orientazioni di *blockstream* del tutto coincidenti con la fratturazione del substrato sopra descritto:

- NW-SE: 4 *blockstream*

-NE-SW 19 *blockstream*

Risulta quindi evidente come la transizione da ambiente glaciale a periglaciale, in interazione con l'assetto tettonico-strutturale dell'area, si rifletta anche sulle dinamiche geomorfologiche della zona rilevata. Tale evoluzione rappresenta un esempio di sovrapposizione spazio/temporale, in grado di condizionare e definire l'assetto delle aree di recente deglaciazione.



**Figura 3.** Lobo di soli-geliflusso presente nell'area rilevata, con estensione lineare di circa 3 metri (coord.: 412032.6, 5081210.7)



**Figura 4.** Due *blockstream* che, con direzione NW-SE (giallo) e SE-NW (rosso) convergono in un unico flusso (blu) che si dirama verso la scarpata principale (coord. 412035.9, 5081194.5)

L'inquadramento pedologico effettuato (tramite realizzazione di profili e di campionamenti) ha permesso un'analisi sull'interazione tra le forme periglaciali sopra descritte e la genesi/sviluppo di orizzonti pedogenetici in profondità. I dati locali confermano le relazioni espresse in letteratura fra *patterned ground* superficiali e caratteristiche pedogenetiche: la disposizione spaziale di particelle fini e clasti in superficie localmente crea una forte variabilità su piccola scala nella distribuzione delle proprietà del suolo.

In generale, nelle zone di montagna alle medie latitudini, vengono segnalati pochi suoli crioturbati attivi, probabilmente a causa di un profondo *active layer* (1-8 metri) e un contenuto d'acqua ridotto (BOCKHEIM et al., 2014). In contrasto con questa osservazione, nella zona rilevata l'ingente disponibilità di acqua (proveniente in particolare dalla fusione nivale e dalle precipitazioni) favorisce la formazione di lenti di ghiaccio durante la stagione fredda e ciò è testimoniato dalle numerose forme periglaciali rilevate.

Sulla base di queste osservazioni, nella tesi ci si è focalizzati sulle modalità con cui la *frost action* e la conseguente genesi di *periglacial features* abbiano influenzato le proprietà chimico fisiche dei suoli indagati.

La presenza di ghiaccio nel suolo è innanzitutto evidenziata dai *silt caps* ubicati in tutti gli orizzonti di suolo. Questi ultimi possono essere infatti generati da fenomeni di pressione indotti dalla crescita di lenti di ghiaccio e /o dal congelamento bidirezionale stagionale dell'*active layer* (UGOLINI et al., 2006).

I campionamenti e le successive analisi sui suoli hanno dimostrato che, da un punto di vista delle proprietà chimiche, si osserva un ingente accumulo di materia organica (e conseguente contenuto in C) in contrasto con la scarsa distribuzione della copertura vegetativa. Ciò sembrerebbe in accordo con quanto si osserva in letteratura nelle zone alpine, in cui le abbondanti precipitazioni aumentano il fenomeno di lisciviazione ed il suolo viene rapidamente acidificato, a differenza di ciò che avviene negli *habitat* ad alta latitudine, caratterizzati da climi tendenzialmente secchi, in cui carbonati e sali solubili si accumulano negli orizzonti del suolo superficiale (UGOLINI et al., 2006).

In conclusione, le indagini geomorfologiche e pedologiche di estremo dettaglio supportate dall'applicazione di metodologie geomatiche, si sono dimostrate un utile strumento per interpretare l'evoluzione dell'Altopiano dello Stolemberg. I processi glaciali e periglaciali, controllati dal fattore climatico e sviluppati in interazione dinamica con l'assetto lito-strutturale dell'area indagata, hanno dato origine ad una geodiversità di forme e, soprattutto, di orizzonti pedologici molto più ricca e varia rispetto al quadro conoscitivo pregresso. Ora, si tratta di prendere atto che si tratta di un patrimonio naturale alpino invidiabile e da porre sotto tutela, trovandosi in un momento di grande vulnerabilità a causa del crescente impatto antropico e delle rapide variazioni climatiche in atto.

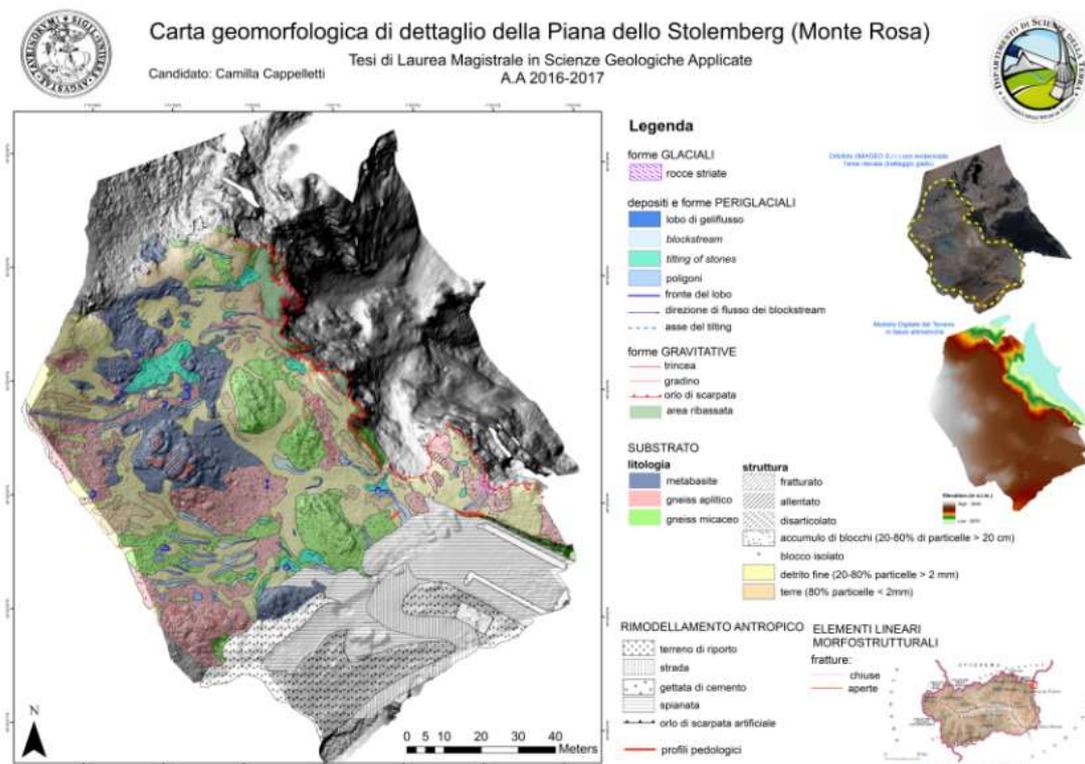


Figura 5. Carta geomorfologica di dettaglio realizzata durante la tesi

## BIBLIOGRAFIA

- COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO (2014) – poster esemplificativi sui ghiacciai del Monte Rosa realizzati per una mostra-convegno tenutasi presso l'Istituto Mosso al Passo dei Salati. Passo dei Salati, agosto 2014
- BOCKHEIM J.G., MUNROE J.S. (2014) - *Organic carbon pools and genesis of alpine soils with permafrost: a review*. Arct. Antarct. Alp. Res. 46 (4), 987–1006.
- UGOLINI F.C., CORTI G., CERTINI G. (2006) - *Pedogenesis in the sorted patterned ground of Devon Plateau, Devon Island, Nunavut, Canada*. Geoderma 136, 87–106.