

Sintesi della Tesi Magistrale in Scienze Geologiche Applicate

Università degli Studi di Torino

Relatore: Marco Giardino

Correlatore: Luciano Masciocco

Federico Tognetto

Dipartimento di Scienze della Terra

email: fede.tognetto@gmail.com

telefono: +39 338 4645555

ANALISI GEOMORFOLOGICA E VALUTAZIONE DI FORME, PROCESSI E RISORSE PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DI UN TERRITORIO ALPINO D'ALTA QUOTA: L'AREA INDREN-CIMALEGNA NEL COMPRESORIO DEL MONTEROSA SKI.

1. Introduzione e inquadramento dell'area di studio

Con l'aumento della temperatura media globale di 1°C circa dal 1850 ad oggi, l'impatto dei cambiamenti climatici è ormai evidente su diversi ambienti del nostro pianeta. In particolare, nelle Alpi, i settori montuosi più elevati risentono particolarmente dell'incremento termico, il quale risulta quasi doppio della media globale nello stesso periodo. La conseguente rapida trasformazione degli ambienti montani crea nuove opportunità e rischi nei territori alpini in cui si sviluppano attività antropiche. Vi è quindi la necessità, scientifica ed applicativa, di analizzare l'evoluzione della geodiversità di questi ambienti al fine di comprenderne gli aspetti peculiari in un'ottica di sviluppo sostenibile.

In quest'ottica, nel lavoro di tesi è stata condotta l'analisi geomorfologica di un settore delle Alpi occidentali compreso tra il Ghiacciaio di Indren e l'Altopiano di Cimalegna (Monte Rosa), all'interno del comprensorio sciistico del Monterosa Ski: un luogo in cui lo sviluppo di nuovi servizi in alta quota va di pari passo con la necessità di salvaguardia delle risorse naturali. Da queste esigenze si è sviluppata l'ulteriore analisi e classificazione dei servizi geosistemici che l'ambiente fisico offre all'uomo e alle sue attività.

Il territorio analizzato è situato nei comuni di Gressoney-La-Trinité ed Alagna Valsesia, in corrispondenza della cresta spartiacque tra Valle d'Aosta e Piemonte. L'area cartografata è di circa 7 km² e si sviluppa ad una quota compresa tra i 2.505 m s.l.m. della località Endre Gaveno e i 4.212 m s.l.m. della Piramide Vincent. In tutta l'area è presente una forte impronta antropica, legata principalmente al comprensorio sciistico, caratterizzata dalla presenza di quattro impianti a fune, due bar/ristoranti, tre rifugi alpini e l'Istituto Scientifico Angelo Mosso.

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area studiata si colloca sul fianco interno della catena alpina, nel settore delle Alpi Occidentali, e ricade nel dominio Pennidico. La Falda del Monte Rosa, che affiora estesamente nell'area di tesi, rappresenta unità di crosta continentale e appartiene al Dominio Pennidico Superiore. Le unità di crosta oceanica derivano invece dall'oceano Ligure-Piemontese. All'assetto strutturale a pieghe e faglie a basso angolo derivato dalle fasi alpine di convergenza e collisione continentale (STECK *et al.*, 2015) si sono sovrapposte le deformazioni fragili tardo alpine caratterizzate da faglie ad alto angolo (BISTACCHI *et al.*, 2000). L'assetto geomorfologico è caratterizzato dal bacino glaciale di Indren e dall'Altopiano periglaciale di Cimalegna. Entrambi rappresentano un ambiente montano di alta quota profondamente segnato dal modellamento glaciale olocenico e pleistocenico. L'evoluzione attuale dei settori non più interessati dalle dinamiche glaciali risulta caratterizzata da processi e forme legati a diversi agenti morfogenetici: gravitativo, criogenico-nivale e torrentizio.

2. Metodologia

La carta geomorfologica è lo strumento di base per lo studio e la rappresentazione delle forme del rilievo terrestre e dei processi naturali ed antropici che lo modellano (DRAMIS & BISCI, 1998). In particolare le "carte dei processi morfogenetici in atto" prendono in considerazione i fenomeni connessi con le condizioni geodinamiche attuali e lo sfruttamento antropico del territorio. Ai fini di una corretta valutazione, protezione, promozione, gestione e pianificazione del paesaggio è necessario comprendere nel dettaglio le sue varie componenti. La geomorfologia riveste un ruolo fondamentale in questo campo. (GRIFFITH & ABRAHAM, 2008). La realizzazione della carta geomorfologica dell'area di studio si basa sulle "linee guida della Carta

Geomorfologica d'Italia" di CAMPOBASSO et al. del 2018. Per la classificazione e rappresentazione delle forme legate all'ambiente antropico sono state prese in considerazione e confrontate le metodologie utilizzate per la redazione della cartografia geomorfologica italiana e britannica (FORD *et al.*, 2014).

Per dimostrare e riconoscere i valori della geodiversità e consentirne una corretta conservazione e gestione è stato utilizzato il concetto dei servizi geosistemici (GRAY, 2013), sviluppandolo in modo specifico per gli ambienti glaciali e periglaciali per poi rappresentarlo in termini cartografici.

3. Sperimentazione

Il lavoro di tesi ha permesso la realizzazione in ambiente GIS di una carta geomorfologica e il riconoscimento e l'ubicazione in carta dei servizi geosistemici del settore tra il Ghiacciaio di Indren e l'Altopiano di Cimalegna. Lo scopo finale è quello di creare uno strumento utile alla gestione e allo sviluppo sostenibile di un territorio così delicato e complesso. Per raggiungere tale obiettivo, si è scelto di adottare un approccio geomorfologico, utilizzando strumenti informatici per la raccolta, elaborazione e rappresentazione dei dati. L'elaborazione in ambiente GIS ha reso necessaria la creazione di una legenda basata su quella proposta per la cartografia geomorfologica italiana, ad eccezione delle forme antropiche per le quali sono stati proposti due metodi alternativi di interpretazione. Il riconoscimento, la classificazione e l'ubicazione in carta dei servizi geosistemici hanno comportato una ricerca di dati geologici ma anche di carattere storico e culturale che hanno permesso di ampliare e completare l'analisi svolta.

Gli elementi geomorfologici riconosciuti sono stati classificati all'interno di cinque categorie che rappresentano i principali agenti morfogenetici. Quelli maggiormente rappresentativi e caratterizzanti il settore analizzato sono legati all'ambiente gravitativo, glaciale e periglaciale.

Tra le forme gravitative, numerose sono quelle legate ai fenomeni di crollo e di colate di detrito (Fig. 1b). Nel settore del Passo dei Salati e in quello di Punta Indren sono presenti elementi indicativi di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante. Le forme glaciali, tipicamente argini morenici e superfici di esarazione, testimoniano l'intensa attività di rimodellamento operata dai ghiacciai alle diverse quote (Fig. 1a). Questi ultimi sono oggi rappresentati dal ghiacciaio di Indren, caratterizzato nella sua parte terminale da una copertura detritica in fase di accrescimento, e da quello del Garstelet. Numerosi i laghi di origine glaciale. Nell'area di studio sono presenti diverse forme legate all'ambiente periglaciale testimoni della presenza di permafrost e dell'azione continua dei cicli di gelo-disgelo. Tra i più significativi troviamo rock glaciers (Fig. 1c), block streams e block fields. Le forme antropiche riconosciute sono state classificate sia con il metodo proposto per la cartografia geomorfologica nazionale sia con quello proposto ed utilizzato dal British Geological Survey per comprenderne la versatilità e l'applicabilità in un ambiente di alta montagna fortemente antropizzato. Esempi sono le superfici di sbancamento (Fig. 1d) classificate come terreni scavati, i terrapieni classificati come terreni costruiti e le superfici rimodellate classificate come terreni rimodellati.

L'interpretazione geomorfologica generale del settore studiato permette di evidenziare come tutta l'area abbia subito un modellamento da parte delle grandi masse glaciali dell'ultima fase glaciale (Last Glacial Maximum). Si possono però distinguere settori caratterizzati da forti differenze nell'evoluzione geomorfologica recente. Il bacino di Indren, tra la Piramide Vincent (4.212 m s.l.m.) e la fronte del ghiacciaio omonimo (3.120 m s.l.m.), risulta fortemente modellato dagli elementi legati al glacialismo attuale come le forme di esarazione, indice della rapida evoluzione di questo settore. A valle risultano prevalenti le azioni di agenti morfogenetici attivati in seguito al ritiro delle masse glaciali dopo il LGM e fino al termine della Piccola Età Glaciale (1850 circa), quali forme di erosione e accumulo legati agli agenti gravitativi, periglaciali e nivali, fluviali, fluvio-glaciali e di dilavamento. Sull'altopiano di Cimalegna è possibile distinguere due fasi geomorfologico-evolutive differenti. Una prima, legata al modellamento glaciale, ha portato alla creazione di numerose forme connesse ai processi di esarazione. Nella seconda, l'isolamento dell'Altopiano di Cimalegna dalle dinamiche glaciali, ha portato allo sviluppo di forme legate all'ambiente crionivale.

I servizi geosistemici presenti nell'area risultano materializzati sul territorio in diversa maniera. Alcuni sono stati semplicemente descritti, altri risultano cartografabili e si sovrappongono a diversi elementi geomorfologici, altri ancora trovano una corrispondenza diretta con elementi geomorfologici ben definiti. Tra i servizi di regolazione troviamo i processi terrestri (produzione e trasporto di detriti; Fig. 2a) e regolazione delle piene (Fig 2b). I servizi di supporto più significativi sono quelli legati alla fornitura di habitat e di piattaforma per le attività antropiche (Fig 2b e 2d); ghiacciai e laghi svolgono poi un'importante ruolo di immagazzinamento delle acque. Tra i servizi di approvvigionamento spiccano quelli di produzione di energia idroelettrica (Fig. 2b). Importanti poi i servizi culturali e di conoscenza legati alle attività geoturistiche (Fig. 2d) e ricreative e a quelle di ricerca (Fig. 2f) e monitoraggio ambientale sia in epoca storica sia in epoca moderna (Fig. 2e).

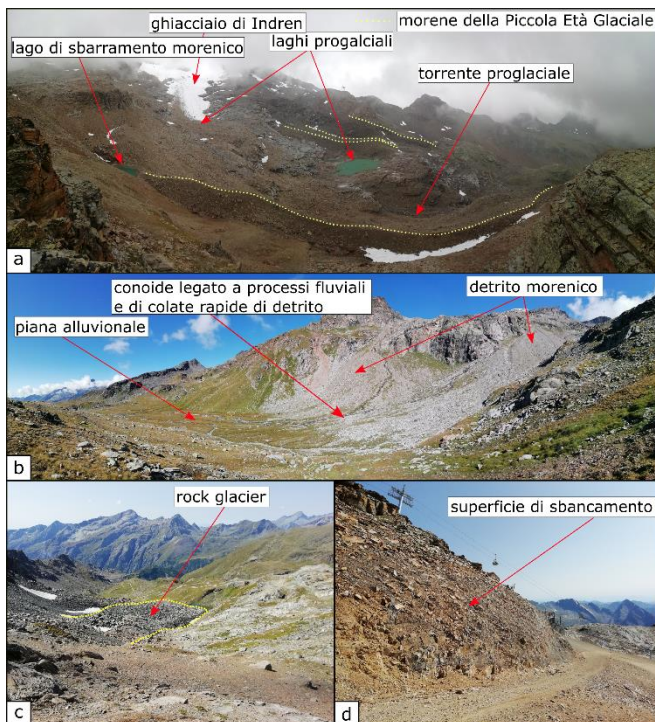


Figura 1 – esempi di elementi geomorfologici presenti nell'area di studio.



Figura 2 – esempi di servizi geosistemici presenti nell'area di studio.

Per la realizzazione dei diversi documenti cartografici della tesi è stato utilizzato il software open source QGIS, che ha permesso di integrare dati da telerilevamento con dati da rilevamento tradizionale e GPS (Avenza Maps). Il principale elaborato è costituito dalla carta geomorfologica a scala 1:5.000, alla quale è associata una carta geolitologica semplificata. Il secondo documento è rappresentato dalla carta delle forme antropiche classificate secondo il sistema britannico; una carta alla scala 1:5.000 centrata sul settore del Passo dei Salati dove si concentrano le infrastrutture legate al comprensorio sciistico. Il terzo elaborato è la carta interpretativa dei servizi geosistemici dell'intera area di studio alla scala 1:10.000.

4. Risultati e conclusioni

Il lavoro di tesi ha permesso di raggiungere diversi risultati utili nell'ottica dello studio delle relazioni fra uomo e ambiente geomorfologico, in un settore alpino d'alta quota molto sensibile agli effetti del cambiamento climatico. In particolare, fra le difficoltà incontrate durante la redazione della tesi vanno citate quelle legate alla collocazione amministrativa dell'area, al confine tra la Regione Autonoma Valle d'Aosta e la Regione Piemonte, le quali utilizzano dati geografici e geodatabase diversi, rendendo difficile il confronto in ambiente GIS.

Fra le possibili ripercussioni in campo scientifico ed ambientale dei prodotti della tesi è ipotizzabile una ricaduta pratica per quanto riguarda lo sviluppo di una legenda geomorfologica completa in ambiente QGIS che favorisca l'uniformità degli elaborati cartografici sulla materia.

Le innovazioni derivanti dall'attività di cartografia geomorfologica risultano particolarmente utili anche nell'ambito dei servizi geosistemici. L'esperimento svolto rappresenta uno dei primi lavori di applicazione, con elevato grado di dettaglio, di questa metodologia interpretativa della geodiversità in un ambiente alpino d'alta quota sul territorio italiano. È stato quindi dimostrato lo stretto collegamento tra la geomorfologia e lo sviluppo sostenibile di un territorio, con l'ideazione di una metodologia applicabile in diversi campi di programmazione a diversa scala.

Infine, un possibile approfondimento di questo lavoro riguarda la promozione di un turismo montano sostenibile, attivo e consapevole attraverso l'utilizzo dei dati e della cartografia della tesi per la creazione di itinerari geo-escursionistici, spazi espositivi ed attività di divulgazione sulle tematiche del cambiamento climatico, delle dinamiche glaciali e dei rischi geologico-geomorfologici in alta montagna.

Bibliografia

BISTACCHI A., EVA E., MASSIRONI M. & SOLARINO S. (2000) - *Miocene to present kinematics of the NW-Alps: evidences from remote sensing, structural analysis, seismotectonics and thermochronology*. Journal of Geodynamics, 30, 205–228.

CAMPOBASSO C., CARTON A., CHELLI A., D'OREFICE M., DRAMIS F., GRACIOTTI R., GUIDA D., PAMBIANCHI G., PEDUTO F. & PELLEGRINI L. (2018) – *Carta Geomorfologica d'Italia – 1:50.000*. Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Ser. III, 13, 98 pp.

DRAMIS F. & BISI C. (1998) – *Cartografia geomorfologica: manual di introduzione al rilevamento ed alla rappresentazione degli aspetti fisici del territorio*. Pitagora Editrice, Bologna, 215 pp.

FORD J.R., PRICE S.J., COOPER A.H. & WATERS C.N. (2014) – *An assessment of lithostratigraphy for anthropogenic deposits*. Special Publications, 395, Geological Society, London, 55-89.

GRAY M. (2013) – *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature, Second edition*. Wiley Blackwell, 508 pp.

GRIFFITH J.S. & ABRAHAM J.K. (2008) – *Factors affecting the use of applied geomorphology maps to communicate with different end-users*. Journal of Maps, 4 (1), 201-210.

STECK A., MASSON H. & ROBYR M. (2015) - *Tectonics of the Monte Rosa and surrounding nappes (Switzerland and Italy): tertiary phases of subduction, thrusting and folding in the Pennine Alps*. Swiss Journal of Geosciences, 108, 3-34.

Allegati

1. Carta geomorfologica di dettaglio dell'area Indren - Cimalegna (Monterosa Ski)
2. Carta delle forme antropiche del settore Passo dei Salati – Altopiano di Cimalegna (Monterosa Ski)
3. Carta dei servizi geosistemici dell'area Indren – Cimalegna (Monterosa Ski)

Pubblicazioni

Sulla base di questo lavoro è stato pubblicato il seguente articolo.

TOGNETTO F., PEROTTI L., VIANI C., COLOMBO N. & GIARDINO M. (2021) - *Geomorphology and geosystem services of the Indren-Cimalegna area (Monte Rosa massif – Western Italian Alps)*, Journal of Maps, 17:2, 161-172, <https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1898484>.

La legenda QGIS è stata resa disponibile e scaricabile al seguente link: <https://www.geositlab.unito.it/jom/>