

Raccolta bibliografica degli studi geomorfologici realizzati nel Parco Naturale Adamello Brenta Geopark¹

Roberto Seppi¹, Thomas Zanoner¹ & Alberto Carton²

¹Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente dell'Università di Pavia

²Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova

1. Introduzione

Questo documento rappresenta una raccolta bibliografica riferita a tutti gli studi geomorfologici realizzati all'interno del territorio del Geoparco. Il dossier costituisce un documento di base che potrà essere di supporto a tutti i successivi studi di carattere geomorfologico e potrà inoltre fornire indicazioni anche per ricerche riguardanti la biosfera del Parco. Il documento è stato organizzato suddividendo, in una prima parte, l'elenco bibliografico in grandi capitoli di ricerca. Successivamente le opere più significative e quelle che hanno dato una impronta nella ricerca geomorfologica e nella conoscenza del paesaggio geografico del Geoparco, sono state commentate singolarmente (tali opere sono segnalate da un asterisco (*)). L'elenco comprende tutti gli studi realizzati, siano essi articoli su riviste, monografie scientifiche, documenti divulgativi o carte tematiche, prevalentemente di tipo geomorfologico. Sono stati presi in considerazione anche alcuni lavori più strettamente rivolti alla "geologia del Quaternario" nei quali si analizzano i depositi, significativi per l'interpretazione delle varie forme di accumulo. I grandi temi di ricerca sotto cui sono stati accorpati i contributi bibliografici sono ispirati ai vari processi presenti ed attivi nel Geoparco, fatta eccezione per uno di essi rivolto alla divulgazione delle conoscenze ed alla fruizione del territorio. Essi sono: la glaciologia, la geomorfologia e geologia glaciale, la geomorfologia periglaciale, il carsismo, la cartografia tematica (geomorfologica e geologica p.p.), il geoturismo e la geoconservazione e altri lavori significativi ma non inquadrabili nelle precedenti categorie.

La zona su cui si sviluppa il Parco coincide quasi completamente con i gruppi montuosi dell'Adamello Presanella e del Brenta, un territorio ricco di storia per quanto riguarda la ricerca scientifica, prevalentemente però rivolta verso ricerche di tipo geologico e molto meno geomorfologico. Numerose generazioni di geologi, soprattutto di scuola germanica e italiana, dai

¹ Articoli 2 e 8 dell'Accordo di collaborazione tra Parco Naturale Adamello Brenta Geopark e Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente dell'Università di Pavia, contenente le norme e le condizioni per la gestione di un contributo di ricerca per lo svolgimento di attività di comune interesse per uno studio geomorfologico nel Parco Naturale Adamello Brenta Geopark.

rilevatori del Servizio geologico dell'Impero austriaco, nella seconda metà dell'ottocento, fino ai nostri giorni, studiarono questi territori. Alcuni di essi fecero anche qualche sommaria considerazione di tipo geomorfologico; tuttavia dai loro lavori e dalle carte geologiche pubblicate, si possono a volte ricavare informazioni e/o considerazioni utili ed utilizzabili in chiave geomorfologica. Nel 1888 W. Salomon incominciò ad occuparsi del settore nord occidentale dell'intrusione dell'Adamello e poi dell'intero gruppo. Produsse la prima carta geologica dettagliata dell'intera zona di affioramento delle rocce magmatiche accompagnata da una poderosa monografia. A partire dagli anni 30 del XX secolo iniziò una fase di studi da parte di geologi dell'Università di Padova sotto la direzione di A. Bianchi e G.B. Dal Piaz. Nel gruppo di Brenta, gli studi seguirono di riflesso quelli sulle Dolomiti orientali, concentrandosi soprattutto sulla stratigrafia, sullo studio delle Dolomie e sul complesso quadro tettonico.

Diverso fu l'approccio allo studio geomorfologico e dell'ambiente glaciale. Le prime osservazioni scientifiche presero l'avvio con la nascita dell'alpinismo in Adamello, Presanella e Brenta. Le prime considerazioni relative al più grande ghiacciaio del gruppo e delle Alpi italiane, furono pubblicate alla metà del XIX secolo da parte di J. Payer, ufficiale austriaco, primo conquistatore della vetta del Monte Adamello. Sua è la prima rappresentazione di alcuni ghiacciai dell'Adamello. Tra i lavori di carattere geografico fisico (glaciologia e geomorfologia) è d'obbligo ricordare la monografia di G.B. Castiglioni (1961) che contiene un quadro completo e documentato dei depositi glaciali e delle aree da essi occupate nelle fasi che seguirono alla massima espansione dell'ultima glaciazione. Precedentemente, alla fine degli anni 30 del XX secolo Trevisan (1939) pubblicò una esauriente monografia di sintesi sull'intero gruppo a carattere prevalentemente geologico, ma in essa sono contenute anche approfondite considerazioni su aspetti geomorfologici e di geologia del quaternario.

2. Lineamenti geomorfologici

I massicci dell'Adamello - Presanella e del Brenta, sono due gruppi montuosi molto differenti tra loro non solo dal punto di vista geologico ma anche da quello geomorfologico. Il primo è costituito in gran parte dalle rocce ignee di un grande batolite formato da svariati plutoni di tonaliti, granodioriti e gabbri; è il più grande e spettacolare corpo eruttivo del magmatismo terziario alpino. La morfologia dell'area mostra chiaramente i caratteri tipici di un paesaggio di alta montagna, intensamente modellato dai ghiacciai, con profonde valli glaciali a truogolo, lateralmente affiancate da ripidi fianchi rocciosi e da lunghe terrazze glaciali. La parte superiore delle valli presenta ampi circhi glaciali, addossati a creste aguzze o cime piramidali. Nella parte media si susseguono spesso,

in alternanza, conche di sovraescavazione e gradini di valle, che fanno da raccordo alla parte inferiore, caratterizzata da morfologie più spiccatamente fluviali. In questo gruppo montuoso è ospitato il più grande ghiacciaio di altopiano del versante italiano delle Alpi: il ghiacciaio dell'Adamello.

Nel Gruppo di Brenta la formazione litologica più diffusa è la Dolomia Principale una tipica formazione di piattaforma carbonatica, costituita da una monotona successione di strati dolomitici dal tipico aspetto laminato. In essa sono modellate le cime più conosciute del gruppo, noto soprattutto per il maestoso paesaggio del suo settore centrale, dominato da guglie, pinnacoli e pareti strapiombanti. Anche nel Gruppo di Brenta sono presenti morfologie glaciali riconducibili prevalentemente a ghiacciai di circo, ma il paesaggio dominante nel massiccio è quello carsico. La presenza di rocce carsificabili fanno del Brenta una delle più importanti aree carsiche dolomitiche con un reticolo ipogeo estremamente articolato.

Dal punto di vista tettonico l'Adamello, è principalmente interessato da due grandi motivi strutturali regionali che lo marginano a nord nord-ovest (Linea del Tonale) e ad est (linea delle Giudicarie. Al contrario il Gruppo di Brenta è interessato da una fitta serie di sovrascorrimenti e faglie, ad andamento nord-sud tra di loro sub paralleli, intersecati quasi ortogonalmente da altrettante discontinuità concordi con le principali strutture regionali (Linea delle Giudicarie e Linea Insubrica o del Tonale).

La prima conseguenza di queste profonde diversità strutturali è perfettamente registrata dal reticolo idrografico che disegna uno schema differente nei due massicci. Nel Gruppo Adamello - Presanella i grandi sistemi di faglie regionali hanno fortemente influenzato l'andamento della rete idrografica periferica generando l'alta val Camonica (tra Vezza d'Oglio e passo del Tonale), e le valli Vermiglio, Sole, Rendena e Giudicarie, che si possono quindi interpretare come valli susseguenti. Le altre strutture tettoniche interessano invece marginalmente la parte interna della batolite e, a parte la Linea delle Gole larghe, lungo la quale si sviluppa un tratto della val Genova, hanno una scarsa influenza sull'impostazione delle valli interne. La rete idrografica di quest'ultime, (valli di Fumo e, all'esterno del Geoparco, le valli Salerno, Miller, Baitone, Adamè, Venerocolo ed Avio) assume invece una disposizione centrifuga divergendo, a raggiera, dalla zona sommitale del massiccio. Tale andamento radiale è da collegarsi al sollevamento della batolite terziario che qui ha raggiunto il suo punto più elevato ed eroso.

Nel Brenta lo sviluppo delle valli è più ridotto e geometrico. Le varie strutture geologiche presenti tagliano la catena montuosa con una fitta serie di faglie e sovrascorrimenti ad andamento nord-sud. Lungo o a ridosso di queste fasce di debolezza si sviluppano le principali valli. L'insieme di faglie e fratture ad andamento verticale o sub verticale che sezionano principalmente le dolomie,

generalmente con giaciture sub orizzontali o poco inclinate, generano invece una serie di pinnacoli e campanili di svariate dimensioni. La stessa toponomastica del gruppo evidenzia questi fenomeni, come nei casi del Campanil Basso e del Campanil Alto o della Torre di Vallesinella. Tutto il gruppo è diffusamente interessato da questo fenomeno; le visioni d'insieme riprese da punti di osservazione esterni al massiccio lo mostrano con una silhouette estremamente seghettata. Altri torrioni devono invece la loro esistenza a fenomeni di morfoselezione tra rocce di diversa natura. Spettacolari forme di questo tipo sono il Turrion Basso e il Turrion Alto nell'alta val di Tovel. La morfoselezione agisce anche in corrispondenza di cambiamenti litologici o di spessore e compattezza degli strati nell'ambito della medesima formazione geologica. Il fenomeno è ben rappresentato dalle strette cenge scolpite nella Dolomia Principale, lungo le quali si snodano itinerari alpinistici, il più noto dei quali è quello "delle Bocchette".

Nel Gruppo Adamello - Presanella, gli estesi e monotoni affioramenti di tonalite, quarzo diorite, granodiorite, privi di un reticolo di faglie o fratture a scala regionale, non permettono la formazione di morfologie articolate come quelle del Brenta. I versanti salgono costantemente con pendenze accentuate, interrotti talvolta da spalle glaciali. Le litologie qui presenti, essendo meno gelive di quelle calcaree e dolomitiche del Brenta, mantengono più a lungo le tracce erosive della glaciazione. È frequente per questo osservare sui versanti trimline eccezionalmente ben conservate riferibili sia all'Ultimo Massimo Glaciale che alla Piccola Età Glaciale. Le spianate sommitali di alcune vette e crinali del Brenta centrale, sono nell'Adamello costantemente sostituite da affilati crinali generati da contigue testate di valli glaciali.

3. Bibliografia Geomorfologica

3.1 Glaciologia

I massicci dell'Adamello - Presanella e del Brenta furono interessati dalle grandi espansioni glaciali del Pleistocene, in particolare furono influenzati dall'espansione dell'Ultimo massimo Glaciale (Last Glacial Maximum (LGM)), dalla successiva fase tardo glaciale e infine dalla Piccola Età Glaciale (Little Ice Age (LIA)). Nell'area di Madonna di Campiglio (1527 m), la calotta glaciale raggiungeva con tutta probabilità un'altitudine di 2150-2200 m. Nelle successive fasi di riscaldamento il "mare di ghiaccio" si frazionò e già nel tardo glaciale (stadio di *Gschnitz* Auct.), nei due gruppi montuosi erano presenti numerosi ghiacciai vallivi, tra di loro isolati, all'interno di un reticolo di valli secondarie. Differente fu il loro successivo sviluppo ed evoluzione a causa delle diverse condizioni orografiche dei due massicci. Nel Gruppo Adamello - Presanella erano presenti fino ad alcuni decenni fa ghiacciai vallivi ben sviluppati. Nel Gruppo di Brenta invece i ridotti

ghiacciai vallivi del tardoglaciale hanno ben presto lasciato spazio ad una serie di ghiacciai di circo. Attualmente tale diversità è estremamente evidente. I ghiacciai dell'Adamello - Presanella, compreso il ghiacciaio più ampio delle Alpi italiane, il Ghiacciaio dell'Adamello, si estendono per circa 53 km². Più di 140 ghiacciai sviluppati durante la LIA coprivano un'area quasi il doppio della superficie attuale; circa 90 dei ghiacciai della LIA (per una estensione di circa 8 km²) sono attualmente estinti.

Oggi, fatta eccezione per il Ghiacciaio dell'Adamello, considerato ghiacciaio di altopiano, la maggior parte appartiene alla categoria dei ghiacciai di circo; pochi mantengono le caratteristiche di ghiacciai vallivi.

Nel Gruppo di Brenta, alla fine del XIX secolo erano presenti 16 ghiacciai per una superficie totale di 4,64 Km²). Attualmente ci sono più o meno una quindicina di vedrette per una superficie di quasi 1 Km². Erano tutti ghiacciai di circo ed ora stanno per diventare dei debris covered glacier o glacionevati.

Un aspetto che differenzia ulteriormente dal punto di vista glaciologico i due gruppi montuosi è il tipo di alimentazione dei ghiacciai. Nel gruppo di Brenta l'alimentazione è quasi esclusivamente affidata alle valanghe. Nel gruppo Adamello - Presanella sono le precipitazioni nevose e, in ridotti casi le valanghe, a rifornire i bacini di accumulo dei ghiacciai.

La bibliografia qui raccolta, appartiene alla lunga serie di osservazioni annuali che a partire già dal secolo scorso venivano e vengono effettuate alla fronte dei vari ghiacciai. Si tratta di una nutrita serie di relazioni, resoconti e cronache meglio noti con il nome di "campagne glaciologiche" che quantificano, anno dopo anno, le variazioni delle fronti ed in alcuni casi anche quelle di spessore, di vedrette e ghiacciai. L'opportuna elaborazione di questi dati permette di ricostruire le cosiddette curve tempo/distanza dalle quali si deducono avanzate e retrocessioni delle masse glaciali. L'apparente scarso significato geomorfologico di questi dati trova invece immediata applicazione nella datazione di depositi glaciali (argini morenici) recenti, e possono inoltre dare un utile contributo alle ricerche di tipo biologico, in quanto forniscono indicazioni sui tempi di esposizione (emersione dal ghiaccio) del substrato roccioso.

- 1) AAVV. (1994) *I ghiacciai del Parco Naturale Adamello-Brenta*. Ente Parco Adamello-Brenta Strembo (TN): 126 pp.
- 2) Albertini R. (1953) *Sulla formazione, natura ed evoluzione dei "coni" di ghiacciaio del Ghiacciaio di Careser - Ortles - Cevedale e del Ghiacciaio del Venerocolo - Adamello*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, S. 2, N. 4: pp. 196-205.

- 3) Apollonio A. (1884) *Una passeggiata sui ghiacciai di Lares, Mandron, Presena*. X Annuario SAT – Rovereto: pp. 445-455.
- 4) Artoni C. (1981) *Adamello-Presanella (Monti e Ghiacciai delle Alpi retiche e Orientali)*. Manfrini editore, Calliano (TN): 265 pp.
- 5) Astori B., Togliatti G. (1964) *Il rilievo aereofotogrammetrico del Ghiacciaio Pian di Neve (Adamello)*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, S. 1 , v. 11, n. 1: pp. 33-50.
- 6) Balestra A. (1893-94) *Sullo sviluppo dell'antico ghiacciaio del Brenta*. Bollettino Annuale CAI Bassano, vol 1.
- 7) Benigni S. (1993) *La Vedretta di Prà Fiori: bilancio di massa con il metodo topografico*. Bollettino SAT, A. 56, n 4: pp. 10-12.
- 8) Betti V. (1990) *Prà Fiori, il bilancio di una Vedretta*. Un particolareggiato studio del ghiacciaio nei pressi del Rifugio XII Apostoli (Gruppo di Brenta). Bollettino SAT, A. 53, n. 4: pp. 31-33.
- 9) Betti V., Bombarda R. (1992) *I ghiacciai delle Dolomiti di Brenta e le loro variazioni: il caso del Prà Fiori*. Dolomiti, n. 15(4), IBRSC, Belluno.
- 10) Bezzi R., Carturan L., Fontana S., Paoli A., Seppi R. (2003) *Il bilancio di massa sul Ghiacciaio d'Agola*. Bollettino SAT, n. 2 (2), LXVI 2003: pp. 26-30.
- 11) Bezzi R., Carlesso N., Carturan L., Dellai C., Fontana S., Paoli A., Seppi R. (2003) *Il bilancio di massa sul Ghiacciaio d'Agola (2002-2003)*. Bollettino SAT n. 4/2002: pp. 13 – 18.
- 12) Bombarda R. et al., (1991-2007) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 17 (2) (p. 260), 18 (1) (p. 123), 19 (1) (p. 188), 20 (2) (p. 404), 21 (2) (p. 319), 22 (2) (p. 218), 23 (2) (p. 219), 24 (2) (p. 252), 25 (2) (p. 193), 26 (2) (pp. 193-194), 27 (2) (p. 217), 28 (2) (pp. 279-280), 29 (2) (p. 256), 30 (2) (p. 301), 31 (2) (p. 309).
- 13) Bombarda R. (1995) *I ghiaccia del Gruppo Adamello Presanella: Variazioni dal 1865 e situazione attuale*. Natura Alpina, 46 (2): pp. 1-25. *
- 14) Bombarda R. (1996) *Il cuore bianco: guida ai ghiacciai del Trentino*. Arca Edizioni: 172 pp. *
- 15) Bombarda R., Parisi B. (1997) *I ghiacciai (vedrette) delle Dolomiti di Brenta: centotrent'anni di frequentazione e di osservazioni*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 20 (2): pp. 299-304. *
- 16) Bombarda R., Salvaterra T. (1997) *L'uso sociale dei ghiacciai: i risultati di un'indagine introduttiva sul ghiacciaio dell'Adamello*. Natura Alpina, 48 (4): pp. 7-16.

- 17) Bonardi L., Galluccio A., Lugaresi C., Battaglia P., Catasta G., Viola E. (1995) *Adamello il più grande. Un ambiente glaciale unico, non solo per dimensioni*. Neve e Valanghe, 26: pp. 34-47.
- 18) Borsato A. (1993) *Segnalazione di quattro nuovi Ghiacciai nel Gruppo di Brenta settentrionale*. Natura Alpina, 44(3): pp.15-22. *
- 19) Bonfioli A. (1911) *La misurazione dei ghiacciai trentini*. Bollettino SAT – Trento.
- 20) Carabelli E. (1964) *Misure sismiche di spessore del ghiacciaio del Pian di Neve (Adamello)*. Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano, S. 2, 11 (1), pp. 51-60.
- 21) Carè C. et al. (1995) *Gruppo Adamello - Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 18 (1) (p123).
- 22) Carton A. (2013) *Le vedrette, sentinelle del clima*. In De Battaglia F., Carton A., Pistoia U. (eds) *Dolomiti di Brenta*. 394 pp. Cierre edizioni, Società Alpinisti Tridentini, Verona: pp 66-87. *
- 23) Carton A., Tomasoni R. (2010) *Alla scoperta dei ghiacciai dell'Adamello*. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark: percorsi, val Genova: 109 pp. *
- 24) Carturan L., Seppi R., Bezzi R., Paoli A. (2005) *Il bilancio di massa dei ghiacciai dolomitici ad alimentazione mista: il caso del Ghiacciaio d'Agola (Dolomiti di Brenta, Trentino)*. Materiali, Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova, 28: pp. 58-60.
- 25) Carturan L., Seppi R. (2005) *Il Ghiacciaio d'Agola. Un osservatorio sui mutamenti dell'ambiente glaciale delle Dolomiti di Brenta*. Adamello Brenta Parco 9 (3): pp. 23-26. *
- 26) Carturan L., Seppi R. (2009) *Comparison of the current behaviour of three glaciers in western Trentino (Italian Alps)*. Geoitalia 2009 VII Forum Italiano di Scienze della Terra. Epitome, 3, p. 298. ISSN 1972-1552.
- 27) Comitato Glaciologico Italiano, Consiglio Nazionale delle Ricerche (1962) *Catasto dei Ghiacciai Italiani, Ghiacciai delle Tre Venezie (escluso Ortles Cevedale) e dell'Appennino*. Vol. 4: pp. 40-56. *
- 28) Comitato Glaciologico Trentino, Parco Adamello Brenta (1994) *I ghiacciai del Parco Naturale Adamello Brenta*. Nuova Stampa Trento: 126 pp. *
- 29) De Gasperi G.B. (1913) *Osservazioni sui Ghiacciai del Pissgana, del Venerocolo e d'Avio nel Gruppo dell'Adamello*. Rivista CAI - Torino, 32.
- 30) De Gasperi G.B. (1921) *Osservazioni sui ghiacciai dell'Adamello*. A cura di Fenoglia E. – Firenze.
- 31) De Gasperi G.B. (1922) *Osservazioni sui ghiacciai del Gruppo dell'Adamello*. Memorie Geografiche G. Dainelli – Firenze.

- 32) Finsterwalder S. (1896) *Über Gletscherschwankungen im Adamello und Ortlergebiet*. Mitt. d. Deutsch. u. Osterr. A. V. – Wien.
- 33) Fritzscher M. (1900) *Gletscherbeobachtungen im Adamello und Ortlergebiete*. Mitt. d. Deutsch. u. Osterr. A. V. – Wien.
- 34) Giorcielli A. (1970) *Gruppo Adamello-Presanella e Gruppo Ortles-Cevedale*. Relazioni Campagne Glaciologiche 1969. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, S. 2, v. 17 p. 84-85.
- 35) Marchetti F. et al. (1993-1994) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 16 (2) (p234-235), 17 (2) (p259).
- 36) Marchetti F. et al. (1996 – 1997) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 19 (1) (p186-188), 20 (2) (p403-404).
- 37) Marchetti F. et al. (1998-2012) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 21 (2) (p318-319), 22 (2) (p217-218), 23 (2) (p218-219), 24 (2) (p251-252), 25 (2) (p193), 26 (2) (p193), 27 (2) (p216-217), 28 (2) (p279), 29 (2) (p255), 30 (2) (p300-301), 31 (2) (p308-309), 32 (2) (p305-306), 33 (2) (p299-300), 34 (2) (p314), 35 (2) (p264-265), 36 (2) (p359).
- 38) Marchetti F. et al. (2014) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 38 (2) (p286).
- 39) Marchetti F. et al. (2016) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 40 (2) (p296-297).
- 40) Marchetti V. (1952-1965) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.2: 4 (p 326-330), 5 (p 176-179), 6 (p 201-206), 7 (p 251-252), 8 (p 209-217), 9 (p 197-198), 10 (p 183-184), 11 (p142-143), 12 (p127-130), 13 (p103-106), 14 (p166-170), 15 (p 171-173).
- 41) Marchetti V. (1961) *Situazione glaciologica nel Trentino*. Bollettino SAT – Trento.
- 42) Marchetti V. (1962) *Il suono del ghiacciaio [d'Amola]*. Natura Alpina, 13 (1): pp. 60-63.
- 43) Marchetti V. (1969-1977) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.2: 17 (p81-82), 18 (p131-132), 19 (p152-154), 20 (p 175-176), 22 (p 284-289), 24 (p 149), 25 (p. 135-138).
- 44) Marchetti V. (1973) *Ghiacciai*, in «L'ambiente naturale ed umano dei Parchi del Trentino, Provincia Autonoma di Trento: pp. 151-180. *
- 45) Marchetti V. (1973) *I nostri ghiacciai, cento anni della loro vita e di studi su di essi*. In« La SAT, cento anni 1872-1972», SAT Trento.

- 46) Marchetti V. (1978-1992) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 1 (p 97-99), 2 (p 154-155), 3 (p 117), 4 (p 182-183), 5 (p 399-400), 7 (p79-80), 9 (p 32-34 e 125-126), 10 (p 266-267), 11 (p 161-162), 12 (p 193-194), 13 (p 233-234), 14 (p 298-299), 15 (p 247-249).
- 47) Marchetti V. (1988) *Recenti oscillazioni glaciali nel Gruppo Adamello Presanella nel contesto dei ghiacciai alpini*. Natura Alpina, V 39, 2, pp. 1-56.
- 48) Marinelli O. (1911) *Prime ricerche sui ghiacciai del Gruppo di Brenta*. Tridentum anno XIII, fasc. 13(VI-VII): pp. 311-313.
- 49) Marinelli O. (1923) *Sui Ghiacciai del Gruppo di Brenta*. Atti dell'8° Congresso Geografico Italiano, vol. II: pp. 37-42, 1 carta. *
- 50) Marson L. (1912) *Sui ghiacciai dell'Adamello-Presanella (Alto bacino del Sarca/Mincio)*. Bollettino Società Geografica Italiana, 166-171.
- 51) Merciai G. (1920) *Osservazioni sui ghiacciai del Gruppo dell'Adamello*. Bollettino Società Geografica Italiana, S. 5, 7-10: pp. 271-275.
- 52) Merciai G. (1921) *Attorno ai ghiacciai dell'Adamello (Relazione della campagna glaciologica eseguita nell'estate 1919)*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 4 (p 169).
- 53) Merciai G. (1921) *Sulle variazioni dei principali ghiacciai del Gruppo dell'Adamello*. Bollettino Società Geologica Italiana, 40: pp. 130-138.
- 54) Merciai G. (1923) *Osservazioni sui principali ghiacciai della Presanella*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano - Roma, 5, pp. 41-49.
- 55) Merciai G. (1924) *La glaciazione attuale sul Gruppo dell'Adamello e limite climatico delle nevi*. Atti 9 Congresso Geografico Italiano - Genova: pp. 60-66.
- 56) Merciai G. (1925) *I ghiacciai del gruppo dell'Adamello*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1, 6: pp. 86-177.
- 57) Merciai G. (1928-1937) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 8 (p201-202), 9 (p281-282), 10 (p266), 11 (p247), 12 (298-299), 13 (p217), 14 (p265), 15 (p208-209), 16 (p277), 17 (p208-209).
- 58) Merciai G. (1930) *I ghiacciai della Presanella*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser. 1, 10, pp. 91-140.
- 59) Merciai G. (1934) *Gruppo della Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 14 (p265-266).

- 60) Merciai G. (1935-1937) *Gruppi Adamello e Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 15 (p208-209), 16 (p277), 17 (p208-209).
- 61) Merciai G. (1939) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 19 (p212-213).
- 62) Monterin V. (1927-1930) *Le variazioni periodiche dei ghiacciai italiani*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano - Torino, N. 7, pp. 15-22, N. 8, pp. 199-207, N. 9, pp. 281-290, N. 10, pp. 264-278.
- 63) Morandini G. (1942-1943) *Gruppo della Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 21 (p186-189), 22 (p74-77), 23 (p121-127).
- 64) Morandini G. (1950) *Gruppo della Presanella: Ghiacciaio del Mondron*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.2: 1 (p170-176).
- 65) Morandini G. (1950) *Osservazioni sulla struttura e su alcune forme di crepacci del ghiacciaio del Mandron (Adamello)*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano - Torino, S. 2, N. 1: pp. 19-29.
- 66) Morandini G. (1952) *Gruppo della Presanella: Ghiacciaio del Mondron*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.2: 3 (p167-170).
- 67) Morandini G. (1953) *Alcune osservazioni sui «coni» di ghiacciaio del Mandron-Adamello*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano - Torino, S. 2, N. 4: pp. 205-209.
- 68) Morandini G. (1954) *Dieci anni di osservazioni glaciologiche nel Gruppo della Presanella*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano - Torino, S. 2, N. 5: pp. 25-33.
- 69) Onestinghel L. (1901) *Contributo agli studi glaciologici del Trentino*. Tridentum, - Trento.
- 70) Operatori SAT (2007-2008) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 32 (2) (p306).
- 71) Payer J. (1865) *Die Adamello-Presanella Alpen nach den Forschungen und Aufnahmen*. Petermanns Geogr. Mitt. Ergänzungs-Hefte, II, (17): 36 pp. *
- 72) Pantaleo M. (1975) *Note toponomastiche sui ghiacciai dei gruppi del Bernina e dell'Adamello*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, S. 2, N. 23: pp. 83-100.
- 73) Parisi B. (1991) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 14 (2) (p299-301).
- 74) Polli S. (1950) *Stato attuale del Ghiacciaio del Mandrone (Adamello) e fattori climatici*. Atti del I Convegno interno Meteorologia Alpina e Geografia pura e applicata - Trieste, 17: pp. 224-229.

- 75) Porro C., Labus P. (1972) *Atlante dei ghiacciai italiani*. Comitato Glaciologico Italiano - Ist, Geogr. Militare.
- 76) Porotti N. (2004-2005) *I ghiaccia del Gruppo di Brenta*. Tesi di Laurea inedita, Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra, Relatore A. Carton, 2004-2005.
- 77) Reishauer H. (1912) *Gletscherbeobachtungen und. Revision einiger Gletschermarken in der Adamello-Presanella Gruppe im Sommer 1905-11*. Zeitschrift fuer Gletscherkunde - Berlin, 1908-1912.
- 78) Ricci L. (1929-1939) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser. 1: 10 (p267), 11 (p248), 12 (p300), 13 (p219), 14 (p274), 15 (p233), 16 (p287), 17 (p219), 18 (p214), 19 (p221-224), 20 (p197).
- 79) Ricci L. (1940-1951) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser. 1: 22 (p82-83), 23 (p133), 24 (p37-40), 25 (p109), e ser. 2: 1 (p179), 2 (p124).
- 80) Ricci L. (1949-50) *Ricerche glaciologiche in Val di Genova*. Studi Trentini Scienze Naturali - Trento, I - A. 26: pp. 74-77, II - A. 27: pp. 113-118.
- 81) Ricci L. (1950-1951) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser. 2: 1 (p170), 2 (p124-126).
- 82) Ricci L. (1951-1959) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser. 2: 4 (p340), 5 (p185), 6 (p210), 7 (p170), 8 (p312), 9 (p205).
- 83) Ricci L. (1954) *Ghiacciai italiani controllati negli anni 1952-53: Gruppo di Brenta*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano - Torino, S. 2, N. 5: pp. 183-186.
- 84) Ricci L. (1955) *Variazioni dei ghiacciai italiani nel 1952-53-54 I - Alpi Venoste Occ., II - Gruppo di Brenta*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano - Torino, S. 2, N. 6: pp. 206 - 210.
- 85) Riccoboni A. (1961-1965) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser. 2: 12 (p145), 13 (p111-113), 14 (p181-186), 15 (p173).
- 86) Riccoboni A. (1968-1972) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser. 2: 17 (p83), 18 (p133), 19 (p156), 20 (p178).
- 87) Riccoboni A. (1974) *Sullo svolgimento delle osservazioni glaciologiche nel Gruppo di Brenta*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, N. 22: pp. 49-58. *

- 88) Riccoboni A. (1975-1977) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser. 2: 24 (p148), 25 (p139-140).
- 89) Riccoboni A. (1978-1980) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 1 (1) (p98), 2 (2) (p155-156), 3 (2) (p118).
- 90) Riccoboni A. (1982) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 5 (2) (p400-402).
- 91) Salvaterra M., Carturan L. (2008-2009) *Gruppo di Brenta*. Relazioni Campagne Glaciologiche Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria: 33 (2) (p300).
- 92) Salvatore C., Baroni C., Carton A. (2009) *New data on areal and volumetric variation of the Lobbia Glacier (Central Alps)*. Geoitalia 2009, VII Forum Italiano di scienze della Terra. Rimini 9-11 Settembre 2009. Epitome, 3. ISSN 1972-1552 p. 297 10.1474/Epitome.03.1102.Geoitalia 2009.
- 93) Salvatore C., Baroni C., Carton A. (2009) *The glaciers of the Adamello Presanella Group and recent climatic variation*. P. 137 III National AIGeo Conference, Modena, Alta Badia 13-18 Settembre 2009. ISBN 978-88-900094-7-1 SAP Srl. *
- 94) Sardagna M. (1874) *Ghiacciai antichi del Trentino*. I Annuario SAT – Arco: pp. 71-82.
- 95) Seppi R. (2003) *Le lunghe estati calde e il destino dei “fiumi bianchi”*. Natura Alpina, 53 (2002), 3-4: pp. 25–33.
- 96) Seppi R. (2007) *Sorvegliati speciali: i ghiacciai del Parco e le recenti attività di monitoraggio*. Adamello Brenta Parco, 11 (3): pp. 33-36.
- 97) Suda F. (1879) *Wahrnehmung über das Zurückkuieichen der Gletscher in der Adamello-Gruppe*. Zeitsch. d. Deutsch. U. Osterr. A. V.
- 98) Tedeschi R. (1932) *Gruppo Adamello*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 12 (p294-298).
- 99) Tedeschi R. (1933-1935) *Gruppo Adamello-Presanella: Vedrette della Lobbia e del Mandrone*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 13 (p215-216), 14 (p260-265), 15 (p213-215).
- 100) Trevisan L. (1936) *Le formazioni glaciali del Gruppo di Brenta (Trentino Occidentale)*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, S. 1, N. 16: pp. 117-142. *
- 101) Vanni M. (1970) *Le variazioni dei ghiacciai italiani negli anni 1966-67-68*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano - Torino, N. 16 N.S.: pp. 5-21.
- 102) Vanni M. (1970) *Le variazioni dei ghiacciai italiani nel 1969*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano - Torino, N. 17 N.S.: pp. 18-21.

- 103) Villa G.M. (1939-1942) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 19 (p211-212), 20 (p189-193), 21 (p181-186), 22 (p69-74), 23 (p120-121).
- 104) Villa G.M. (1945) *Gruppo Adamello Presanella*. Relazioni Campagne Glaciologiche Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, ser.1: 23 (p120-121).

3.2 Geomorfologia e geologia glaciale

Le principali impronte geomorfologiche che caratterizzano il Gruppo Adamello - Presanella sono le valli glaciali. Interamente scolpite nei plutoni dell'Adamello, hanno conservato perfettamente la loro tipica forma a truogolo. Alcune di queste (ad esempio la Val di Fumo) conservano in modo esemplare la tipica forma delle valli glaciali policicliche con la caratteristica sezione ad "U" sormontata lateralmente dalle spalle glaciali. Altro aspetto originale e frequente sono i gradini di sbocco in valli laterali, o trasversali al truogolo glaciale. Una continua serie di questi si riconosce in Val Genova in corrispondenza delle valli laterali di Láres, Seniciaga e Nardis. Numerosi sono anche i circhi glaciali, di dimensione estremamente variabile, ma quasi sempre ampi. In molti casi al loro interno o lungo le pareti rocciose sono evidenti segmenti di trimline spesso riconducibili all'ultima glaciazione (Last Glacial Maximum - LGM). Altrettanto frequenti sono le rocce montonate, sulla soglia dei gradini e nelle spianate.

Ben diverse sono le tracce di erosione glaciale presenti nel Gruppo di Brenta. La stessa orografia del massiccio non ha permesso la formazione di lunghe valli. La morfologia a truogolo si intuisce solo in alcuni casi come in Val Gelada che, sgombra di detriti, mostra marcatamente il tipico profilo. Rari anche i gradini, più che altro sviluppati come soglie di circhi sospese sulla valle principale. Le rocce montonate non sono così diffuse come nel Gruppo Adamello - Presanella; quelle più antiche sono poi difficilmente riconoscibili. Sulle loro originali superfici levigate si sono impostate forme carsiche come campi carreggiati, profondi solchi a doccia (rinnenkarren) e solchi arrotondati (rundkarren). Solo in prossimità delle aree recentemente deglacciate, appaiono bianchi e levigati mammelloni dolomitici e calcarei spesso rivestiti di calcite.

Nel Gruppo Adamello - Presanella la presenza dei depositi glaciali è diffusa. Discontinue sono le tracce dei depositi più antichi dell'LGM, rinvenibili solo nelle valli periferiche che circondano i due gruppi montuosi. All'interno delle vallate secondarie argini morenici abbastanza ben evidenti, ricoperti da suoli sviluppati, permettono di ricostruire le vicende del Tardoglaciale e del primo Olocene. Molto più spettacolari sono i depositi della Piccola Età Glaciale, ovunque presenti e perfettamente conservati.

L'attuale costante ed inesorabile ritiro non permette oggi di generare morene di neoformazione; in vari casi la copertura detritica ricopre quasi interamente le lingue trasformandole in debris covered glacier.

Nel Gruppo di Brenta, le minori dimensioni delle valli che ospitavano i ghiacciai, non hanno permesso che le morene assumessero uno sviluppo simile a quelle presenti nel gruppo Adamello - Presanella. Per i già citati motivi di forte produzione di detrito, gli argini delle fasi tardi glaciali sono stati in gran parte ricoperti. Solo le morene della Piccola Età Glaciale caratterizzano in modo

evidente le testate delle valli dove sono o erano presenti ghiacciai di circo. Esempi si possono vedere nella ampia conca dei XII Apostoli, nell'adiacente Ghiacciaio d'Agola (attualmente il più grande e studiato del gruppo) e nell'ampia conca che ospita la Verdetta degli Sfulmini.

Le opere di seguito elencate, descrivono, spesso nel dettaglio, quanto sopra riassunto, rappresentandolo a luoghi, anche con schemi o schizzi esplicativi. I pochi lavori qui indicati di carattere geologico, contengono, come anticipato in premessa, interessanti analisi e descrizioni di depositi quaternari, che quasi sempre si inquadrano tra i depositi glaciali e che quindi contribuiscono all'interpretazione genetica e cronologica di numerose forme legate alla dinamica glaciale soprattutto passata.

- 1) Baroni C., Carton A., (1991) *Variazioni oloceniche della Vedretta della Lobbia (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 13: pp. 105-119. *
- 2) Baroni C., Carton A. (1992) *Variazioni glaciali oloceniche nel Gruppo del Monte Adamello (Alpi Centrali)*. Memorie Società Geologica. II., 45 (1990): pp. 877-882. *
- 3) Baroni C., Carton A., Martinelli N., Pignatelli O. (1992) *Dendrocronologia e variazioni glaciali oloceniche in Val di Genova (M. Adamello, Alpi Centrali): nota preliminare*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 15 (1): pp. 39-40.
- 4) Baroni C., Carton A., (1996) *Geomorfologia dell'alta Val di Genova (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 19: pp. 3-17, 1 carta geomorfologica. *
- 5) Berruti G. (1973) *Sulla presenza di rocce dell'Adamello in depositi quaternari del Gruppo di Brenta (catena settentrionale)*. Natura Bresciana, 10: pp. 25-34. *
- 6) Carton A., Baroni C. (2017) *The Adamello – Presanella and Brenta Massif, Central Alps: Contrasting high mountain; Landscapes and landforms*. In Soldati M. & Marchetti M. eds. Landscapes and landforms of Italy. World Geomorphological landscapes: pp 101-112. *
- 7) Castiglioni G.B. (1961) *I depositi morenici del gruppo Adamello Presanella con particolare riguardo agli stadi glaciali postwurmiani*. Memorie Istituto Geologia e Mineralogia – Università di Padova, 23: 131 pp. *
- 8) Ceri G., Luchesa S., Pizzedaz G. (1973) *Notizie litostratigrafiche e geomorfologiche sul territorio del Parco Adamello Brenta*. L'ambiente naturale ed umano dei Parchi del Trentino, Provincia Autonoma di Trento: pp. 33-90. *
- 9) Dal Piaz G.B. (1935) *Antichi depositi morenici presso Madonna di Campiglio nel Trentino Occidentale*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, 15, pp. 57-60. *

- 10) De Gasperi G.B. (1913) *Ghiacciai e tracce glaciali nelle Valli di Salarno e di Adamé (Gruppo Adamello)*. Bollettino Club Alpino Italiano - Torino, 41, pp. 53-80.
- 11) Ferretti P., Borsato A. (2006) *Geologia e geomorfologia della valle e del lago di Tovel*. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Biologica, 81 (2004), Suppl.2: pp. 173-187. *
- 12) Frisia S., Borsato A. (1994) *Composizione, precipitazione e dissoluzione di carbonati subglaciali nelle Dolomiti di Brenta*. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Geologica, 69 (1992), Trento: pp. 37-50. *
- 13) Marchetti V. (1984) *Aggiornamenti intorno al ghiacciaio di Lares e in particolare al lago della Busa del Morto*. Natura Alpina, V 35, 2: pp. 11-23.
- 14) Morandini G. (1947) *Note su alcuni laghi glaciali sull'Adamello (Ghiacciaio del Mandrone)*. Studi Trentini Scienze Naturali - Trento, A. 25: pp. 149-157.
- 15) Morandini G. (1951) *Osservazioni sui laghetti e sul ghiacciaio del Mandron*. Atti S.L.P.S. - Roma, Riun. 42, 1949.
- 16) Oetheimer C. (1989) *Etude géomorphologique des éboulements remaniés de la Vallée de Tovel. Contribution à la connaissance des «marocche» du Trentin (Italie)*. Studi Trentini di Scienze Naturali. Acta Geologica - Trento, 65 (1988): pp. 3-47. *
- 17) Polli S. (1955) *Il Lago Nuovo al ghiacciaio del Mandrone (Adamello)*. Studi Trentini di Scienze Naturali, A. 32, 1: pp. 3-18.
- 18) Riccoboni A. (1965) *Sui metodi di rappresentazione del circo di erosione glaciale nella cartografia a grande scala (con particolare riguardo alle Dolomiti di Brenta nel Trentino Occidentale)*. Atti XIX Congresso Geografico Italiano, Como: pp. 35-44.
- 19) Schwinner R. (1912) *Kristallines Erratikum in 2650 m Meereshöhe auf dem Hauptkamm der Brentagruppe (Südwesttirol)*. Verh. geol. Reichsanst: pp. 173-178.
- 20) Schwinner R. (1912) *Der Mte. Spinale bei Campiglio und andere Bergstürze in den Südalpen*. Mitt. d. Geol. Gesell. – Wien.
- 21) Segre A. (1948) *La val di Stavél e il ghiacciaio della Presanella*. Boll. Com. Glaciol. Ital. - Torino, N. 25: pp. 47-73.
- 22) Seppi R. (2007) *Ghiaccio, morfologie glaciali e permafrost nella ricostruzione climatico-ambientale del Trentino*. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica, 82 (2005): pp. 73-84. ISSN 0392-0534. *
- 23) Trevisan L. (1935) *Risultati preliminari di un nuovo rilevamento geologico nella zona di Cima Tosa e nei dintorni di Stenico (Trentino)*. Atti Accademia Scientifica Veneto Trentina Istriana, 25: pp. 121-128. *

- 24) Trevisan L. (1936) *Nota preventiva sui risultati di un nuovo studio geologico del Gruppo di Brenta (Trentino occidentale)*. Studi Trentini Scienze Naturali - Trento, 17 (2): pp.165-179. *
- 25) Trevisan L. (1937) - *La conca di Stenico (Trento). Vicende glaciali, fluviali e morfologiche*. Studi Trentini Scienze Naturali - Trento, 18 (1): pp. 3-21.
- 26) Trevisan L. (1939) *Il Gruppo di Brenta (Trentino occidentale)*. Memorie Istituto Geologia e Mineralogia - Università di Padova, 13: pp. 1-128. *
- 27) Villa G. M. (1950) *Note geomorfologiche sul Gruppo dell'Adamello*. Studi Urbinati: pp. 3-23.
- 28) Wiebols J. (1938) *Geologie der Brentagruppe*. Jb. Geol. Bull., 88: pp. 261-350.

3.3 Geomorfologia periglaciale

La diversa gelività delle rocce affioranti nei due gruppi montuosi produce una differente quantità di crioclasti, che nel gruppo di Brenta originano falde e coperture detritiche di volume decisamente superiore a quelle presenti nell'Adamello. E' questo forse l'aspetto più spettacolare che sottolinea la presenza di ambienti crionivali, ma i due gruppi montuosi si differenziano anche per un diverso numero di rock glacier, uniche forme di superficie che manifestano la presenza del permafrost sporadico. Nell'Adamello - Presanella ne sono stati identificati 216. Di questi, 88 sono attivi/inattivi, gli altri relitti. Alcuni di questi sono certamente in movimento, come confermato da due rilievi topografici e almeno 30 si sono sviluppati sin dalla Piccola Era Glaciale. L'altezza media delle fronti dei rock glacier (2527 m) si trova ben al di sotto della quota stimata dell'isoterma - 1°C (2740 m) e - 2°C (2910 m), suggerendo che la temperatura media annua ricostruita (MAAT) di -1/-2 ° C non coincide con MAAT locale nell'intero gruppo.

Nel Gruppo di Brenta sono invece presenti solo 7 rock glacier, tutti relitti. La grande differenza nella densità dei rock glacier sembra essere correlata alle diverse litologie che caratterizzano i due gruppi montuosi considerati.

La raccolta bibliografica presente in questo settore può risultare ridotta rispetto alle altre tematiche geomorfologiche; va notato inoltre che è soprattutto di recente realizzazione. Ciò è dovuto al fatto che da poco si è posta particolare attenzione a questi fenomeni, in conseguenza del generale riscaldamento che porta areali originariamente interessati da processi squisitamente glaciali, ad evolvere con dinamiche tipiche dell'ambiente morfoclimatico periglaciale. In particolare lo studio di questi ambienti, oltre al monitoraggio termico del suolo, si concentra sullo monitoraggio dei rock glacier, intatti e relitti. Dei primi si analizza la loro dinamica, su tutti, si investiga, con metodi geofisici, la presenza o meno di ghiaccio a loro interno.

- 1) Baroni C., Carton A., Seppi R. (2004) *Distribution and Behaviour of Rock Glaciers in the Adamello–Presanella Massif (Italian Alps)*. *Permafrost and Periglacial Processes*, 15: pp. 243–259. *
- 2) Callegari M., Notarnicola C., Riccardi P., Seppi R., Zucca F. (2015) *Alpine permafrost deformation monitoring through X- and C-Band SAR multi-temporal interferometry*. 9th International Workshop FRINGE, Frascati (Roma), Italy, 23-27 March 2015.
- 3) Callegari M., Cantone A., Cuzzo G., Defilippi M., Notarnicola C., Pasquali P., Riccardi P., Seppi R., Seppi S., Zucca F. (2015) *Combining Radarsat-2 and Cosmo-SkyMed Data for Alpine Permafrost Deformation Monitoring*. In *Geoscience and Remote Sensing*

- Symposium (IGARSS), 2015 IEEE International, Milan 26-31 July 2015: pp. 5260-5263. DOI: 10.1109/IGARSS.2015.7327021. *
- 4) Dall'Amico M., Seppi R., Carton A., Zumiani M., Zampedri G., Rigon R. (2010) *The Alpine Space "PermaNET" project in Trentino (eastern Italian Alps): advance of the research and monitoring activities*. Geophysical Research Abstracts, 12, EGU2010-10657.
 - 5) Gobbi M., Ballarin F., Compostella C., Lencioni V., Seppi R., Tampucci D., Caccianiga M. (2014) *Physical and biological features of an active rock glacier of the Italian Alps*. The Holocene, 24 (11): pp. 1624-1631. DOI: 10.1177/0959683614544050. *
 - 6) Seppi R. (2001) *Rock glaciers*. Adamello Brenta Parco, 5 (1): pp. 2-5. *
 - 7) Seppi R., Baroni C., Carton A. (2003) *Rock glaciers inventory of the Adamello Presanella massif (Central Alps, Italy)*. Permafrost, Extended Abstracts Reporting Current Research and New Information, Haeberli W and Brandová B (eds), 8th International Conference on Permafrost, Zürich: pp. 145-146.
 - 8) Seppi R., Baroni C., Carton A., Bassi L. (2006) *Morphodynamic characteristics of two active rock glaciers in the Adamello-Presanella Group (Italian Alps)*. Book of Abstracts, 10th Alpine Glaciology Meeting, Munich, 23-24 February 2006: pp. 58-59.
 - 9) Seppi R., Baroni C., Carton A., Bassi L. (2006) *Caratteristiche morfodinamiche di due rock glaciers attivi nel Gruppo Adamello-Presanella*. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Geologica, 81 (2004): pp. 75-85. ISSN 0392-0534. *
 - 10) Seppi R., Carton A., Baroni C. (2007) *Rock glacier activity and permafrost detection in the Adamello-Presanella Group (Central Alps, Italy)*. II Convegno Nazionale AIGEO, Torino 28-30 marzo 2007, Volume degli Abstract: pp. 173-174.
 - 11) Seppi R., Carton A., Baroni C. (2009) *Four years of near-surface ground temperature measurements on rock glaciers located along a latitudinal transect in the Italian Central Alps*. Geitalia 2009 VII Forum Italiano di Scienze della Terra. Epitome, 3: p. 297. ISSN 1972-1552.
 - 12) Seppi R., Carton A., Baroni C. (2010) *Rock glacier relitti e antica distribuzione del permafrost nel Gruppo Adamello Presanella (Alpi Centrali)*. Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences 23(1): pp. 137-144. IT ISSN 0394-3356, 2010. *
 - 13) Seppi R., Carton A., Baroni C., Zumiani M., Degaspero M. (2009) *Surface displacement of two active rock glaciers in the Adamello-Presanella Group (Central Italian Alps): a 7-year monitoring series*. In: The role of geomorphology in land management. III National AIGEO Conference, Abstract Volume: pp. 140-141. ISBN 978-88-900094-7-1.

- 14) Seppi R., Carton A., Baroni C. (2010) *Rock glacier relitti e antica distribuzione del permafrost nel Gruppo Adamello Presanella (Alpi Centrali)*. Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences 23(1): pp. 137-144. IT ISSN 0394-3356, 2010.
- 15) Seppi R., Carton A., Zumiani M., Dall'Amico M., Zampedri G., Rigon R. (2011) *A regional-scale rock glacier inventory in Trentino (Italian Alps)*. Geoitalia 2011 VIII Forum Italiano di Scienze della Terra. Epitome, 4: p. 106, ISSN: 1972-1552, doi:10.1474/Epitome.04.0389.Geoitalia2011.
- 16) Seppi R., Carton A., Dall'Amico M., Rigon R., Zampedri G., Zumiani M. (2011) *Osservazioni e studi sul permafrost in Trentino: il progetto Permanet*. Atti dell'Accademia Roveretana degli Agiati 11B: pp. 95-117, ISSN 1124-0350.
- 17) Seppi R., Baroni C., Carton A., Dall'Amico M., Rigon R., Zampedri G., Zumiani M. (2011) *Chapter 3.12: Case studies in the European Alps – Amola rock glacier, Val d'Amola, Italian Alps*. In: Kellerer-Pirklbauer A. et al. (eds): Thermal and geomorphic permafrost response to present and future climate change in the European Alps. PermaNET project, final report of Action 5.3: pp. 140-150. ADRA - Association pour la diffusion de la recherche alpine, ISBN 978-2903095-58-1. *
- 18) Seppi R., Baroni C., Carton A., Dall'Amico M., Rigon R., Zampedri G., Zumiani M. (2011) *Chapter 3.11: Case studies in the European Alps – Maroccaro rock glacier, Val di Genova, Italian Alps*. In: Kellerer-Pirklbauer A. et al. (eds): Thermal and geomorphic permafrost response to present and future climate change in the European Alps. PermaNET project, final report of Action 5.3: pp. 129-139. ADRA - Association pour la diffusion de la recherche alpine, ISBN 978-2903095-58-1. *
- 19) Seppi R., Carton A., Zumiani M., Dall'Amico M., Zampedri G., Rigon R. (2012) *Inventory, distribution and topographic features of rock glaciers in the southern region of the Eastern Italian Alps (Trentino)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 35: pp. 185-197. IT ISSN 0391-9838, 2012. DOI 10.4461/GFDQ.2012.35.17. *

3.4 Geomorfologia carsica

Un ulteriore motivo che differenzia il paesaggio dell'Adamello - Presanella da quello del Gruppo di Brenta è l'esclusiva presenza, in quest'ultimo, del carsismo. L'idrografia superficiale è limitata ad alcuni torrenti situati ai margini (Val d'Ambiez, Val delle Seghe, Val di Tovel, Val Brenta), mentre numerose sono le forme carsiche e glaciocarsiche superficiali come per esempio nell'altipiano sommitale dei Grostedi, nella conca dei Lastei o al Pian de la Nana. Si tratta di campi solcati, doline, crepacci carsici, trincee carsiche, pozzi a neve, gradinate strutturali, profondi solchi a doccia, blocchi pedunculati e solchi arrotondati. Questi spettacolari paesaggi si sviluppano su ampie superfici sub orizzontali e/o in conche glaciocarsiche in corrispondenza degli affioramenti di Dolomia Principale e di Calcari Grigi. Spettacolari esempi si trovano a ridosso della Bocca della Vallazza (est di Cima del Grostè) ed al Pian della Nana. Come altro esempio di paesaggio carsico epigeo si cita tutta l'area tra la Pietra Grande e la cima del Grostè nella quale superfici strutturali in Dolomia Principale fortemente carsificate sono attraversate da fratture beanti sub verticali lungo le quali si impostano crepacci carsici e pozzi a neve.

Altrettanto sviluppato è il carsismo ipogeo che prende origine dai numerosi altipiani carsici presenti ad alta quota (Spinale, Grostedi, Campo Flavona, Alpe Campa, Prà Castron, Alpe Nana). L'intensa carsificazione del massiccio ne fa la più grande estesa idrostruttura del Trentino con un dislivello idrologico carsico (il maggiore in Italia), distribuito tra i 3173 m di Cima Tosa e i 260 m della bassa Val di Non. Nel Gruppo di Brenta esistono più di 500 cavità, costituite da pozzi, molti dei quali profondi fino a 200 m. Comuni specie nel settore centro meridionale del gruppo sono anche grotte, alcune con sviluppo plurichilometrico.

La descrizione di molti di questi fenomeni, in alcuni casi anche con interessanti ed originali spunti, trova spesso collocazione editoriale in riviste con maggior finalità divulgativa, soprattutto per quanto riguarda le cavità ipogee. Ciò è fondamentalmente legato alla forte attrattiva, dal punto di vista turistico, che questi ambienti rivestono, anche se molti di questi non sono facilmente praticabili.

- 1) Borsato A. (1991) *La grotta dello Specchio: nuova cavità del complesso carsico dei Lasteri (Gruppo di Brenta, Trentino Occidentale)*. Natura Alpina, 41(2-3): pp.7-25. *
- 2) Borsato A. (1991) *I pozzi superficiali del Pian della Nana (Dolomiti di Brenta, trentino)*. Natura Alpina, 41(2-3): pp.7-25. *
- 3) Borsato A. (2006) *Karst infiltration zone in a nivo-glacial setting: hydrological aspects and dissolution rates (Ventennale cave, Italian Alps)*. Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 2006.

- 4) Borsato A. (2007) *Gli acquiferi carsici delle Dolomiti di Brenta: risorse idriche e funzionamento idrogeologico. L'acqua nelle aree carsiche in Italia*. Memorie Istituto Italiano di Speleologia, serie 2, XIX: pp. 49-56. *
- 5) Borsato A., Miorandi R., Flora O. (2004) *I depositi di ghiaccio ipogei della Grotta dello Specchio e del Castelletto di Mezzo (Dolomiti di Brenta, Trentino): morfologia, età ed evoluzione recente*. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Geologica, 81: pp. 53-74. *
- 6) Borsato A., Miorandi R., Corradini F., Frisa S. (2007) *Idrochimica delle acque ipogee in Trentino: specie, variabilità stagionale, gradiente altitudinale e implicazioni per gli studi climatico-ambientali da speleo temi*. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica, 82 (2005): pp. 123-150. ISSN 0392-0534.
- 7) Borsato A., Frisia S., Miorandi R., Van der Bord K., Spötl C., Corradini F. (2007) *Ricostruzioni climatico ambientali per l'Olocene da tufo calcareo e latte di Monte in grotte del Trentino*. Studi Trentini Scienze Naturali Acta Geologica, 82 (2005): pp.239-259. ISSN 0392-0534. *
- 8) Ischia N. (1991) *Nota sulla grotta del Valon, N 1210 VT*. Natura Alpina, 41(2-3): pp. 137-139. *
- 9) Ischia N. (1991) *Il complesso carsico delle Moline (S. Lorenzo in Banale, Gruppo di Brenta)*. Natura Alpina, 41(2-3): pp.79-90. *
- 10) Miorandi R., Borsato A. (2007) *Ambiente di formazione di tufo calcareo e latte di monte in grotte del Trentino con particolare riguardo al Gruppo di Brenta e Paganella*. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica, 82 (2005): pp. 225-237. ISSN 0392-0534.
- 11) Nicod J. (1976) *Les Dolomites de la Brenta (Italie), Karst hautalpin typique et le probleme des cuvettes glacio-karstiques*. Zeitschrift Fuer Geomorphologie, 26 Suppli. Bd.: pp. 35-57.*
- 12) Perna G. (1952) *Note geologiche e morfologiche sulla grotta del Torrione di Vallesinella N. 242 VT*. Studi Trentini di Scienze Naturali, 29: pp. 71-73.
- 13) Società degli Alpinisti Tridentini – Sezione di Fondo (1968) *Grotta del Castelletto di Mezzo (Dolomiti di Brenta)*. Natura Alpina, 63: pp. 91-101.

3.5 Cartografia geomorfologica e geologica

È qui raccolta una serie di indicazioni bibliografiche riferite alla cartografia tematica che direttamente ed indirettamente porta contributi alla conoscenza geomorfologica del Geoparco. Nutrita è la produzione cartografica di tipo geologico, qui solo sommariamente riportata e riferita alle opere più recenti. La selezione che è stata effettuata ha lo scopo di segnalare, come indicato in premessa, solo quei lavori che contengono significative descrizioni ed interpretazioni dei depositi quaternari. Molto più mirate sono invece le segnalazioni di cartografia geomorfologica s.s. anche se presenti in misura ridotta. Nella maggior parte dei casi, le carte geomorfologiche sono allegate ad articoli scientifici monografici e sono quindi citate assieme ad essi nell'elenco bibliografico. Esse rappresentano un utile saggio di come dovrebbe essere rappresentata la geomorfologia dell'intero Geoparco, in quanto da esse è possibile evincere il tipo ed il grado di attività dei vari processi, utili non solo dal punto di vista della ricostruzione dell'evoluzione geomorfologia del settore, ma anche da quello applicativo (ad esempio stabilità dei versanti) e gestionale. A corredo delle segnalazioni di alcune carte, viene anche indicata la rispettiva nota illustrativa per una maggior comprensione e descrizione di quanto sopra menzionato.

- 1) Avanzini M., Bargossi G.M., Borsato A., Cucato M., Morelli C., Picotti V., Selli L. (2012) *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 43 Mezzolombardo*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, 2012, LT&S, Padova e Treviso.
- 2) Avanzini M., Bargossi G.M., Borsato A., Cucato M., Morelli C., Picotti V., Selli L. (2012) *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 43 Mezzolombardo*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, 2012, LT&S, Treviso, 250 pp.
- 3) Baroni C., Carton A., Leso M., Martin S., Montesor L., Rigatti G. (1998) *Carta Geologica della Provincia di Trento. Sezione 042130 Laghi di Cornisello (scala 1:10000)*. Note Illustrative. Provincia Autonoma di Trento, Servizio Geologico: 40 pp. *
- 4) Brack P., Dal Piaz G.V., Baroni C., Carton A., Nardin M., Pellegrini G.B., Pennacchioni G. (2008) *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 58 Monte Adamello*. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici – Provincia Autonoma di Trento, 2008, LT&S, Treviso, 140 pp.
- 5) Brack P., Dal Piaz G.V., Baroni C., Carton A., Nardin M., Pellegrini G.B., Pennacchioni G. (2008) *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 58*

- Monte Adamello*. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici – Provincia Autonoma di Trento, 2008, LT&S, Treviso.
- 6) Castellarin A., Martin S., Prosser G., Selli L., Carton A., Panizza M., Pellegrini G.B., Picotti V., Bollettinari G., Cantelli L., Montresor L., Rigatti G. (2005) *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 59 Tione di Trento*. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici – Provincia Autonoma di Trento, 2005, Firenze.
 - 7) Castellarin A., Dal Piaz G.V., Picotti V., Selli L., Cantelli L., Martin S., Montresor L., Rigatti G., Prosser G., Bollettinari G., Pellegrini G.B., Carton A., Nardin M. (2005) *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 59 Tione di Trento*. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici – Provincia Autonoma di Trento, 2005, Firenze.
 - 8) Chiesa S., Micheli P., Cariboni M., Tognini P., Motta D., Longhin M., Zambotti G., Marcato E., Ferrario A., Ferliga C. (2012) *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 41 Ponte di Legno*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Regione Lombardia, 2012, SystemCart, Roma, 154 pp.
 - 9) Chiesa S., Micheli P., Cariboni M., Tognini P., Motta D., Longhin M., Zambotti G., Marcato E., Ferrario A., Ferliga C. (2012) *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 41 Ponte di Legno*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Regione Lombardia, 2012, SystemCart, Roma, 154 pp.
 - 10) Dal Piaz G.V., Castellarin A., Martin S., Prosser G., Selli L., Carton A., Panizza M., Pellegrini G.B., Baroni C., Bollettinari G., Cantelli L., Casolari E., Gaspari D., Montresor L., Oetheimer C., Picotti V., Rigatti G., Selli L., Zambrotti G. (2007) *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 42 Malè*. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici – Provincia Autonoma di Trento, 2007, Firenze.
 - 11) Dal Piaz G.V., Castellarin A., Martin S., Selli L., Carton A., Pellegrini G.B., Casolari E., Daminato F., Montresor L., Picotti V., Prosser G., Santuliana E., Cantelli L. (2007) *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 42 Malè*. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici – Provincia Autonoma di Trento, 2007, Firenze.
 - 12) Petrucci F., Cavazzini R. (1992) *Il quaternario del Trentino sud-occidentale; carta geomorfologica e dei depositi quaternari tra la val Rendena e Cima Tosa Castel dei Camosci (Gruppo di Brenta)*. Il Quaternario, 5(2): pp. 163-172. *

3.6 Geoturismo e Geoconservazione

Questa sezione raccoglie le indicazioni bibliografiche di articoli, guide e monografie finalizzate alla descrizione, conoscenza e salvaguardia del territorio del Geoparco. Si tratta fondamentalmente della realizzazione di opere indirizzate verso uno o più dei tematismi sopra citati, i cui contenuti sono stati quasi sempre tratti da originali lavori scientifici. Molte di queste opere a carattere divulgativo sono infatti state scritte dagli stessi autori che hanno realizzato alcune delle pubblicazioni indicate in 3.2, 3.3, 3.4, 3.5. La produzione di lavori inclusi in questa sezione è particolarmente ricca, in quanto sviluppata già da tempo all'interno del Geoparco, che tra le finalità istituzionali ha sempre avuto anche quella di tutela delle caratteristiche naturali e ambientali, della promozione dello studio scientifico e dell'uso sociale dei beni ambientali.

Ulteriore impulso a questa produzione scientifica dal punto di vista geologico e geomorfologico è stata infine dato dal riconoscimento come Adamello Brenta Geopark, facendo così entrare il territorio a far parte della Rete Europea e Globale dei Geoparchi. Questa rete di aree protette lavora insieme per valorizzare il patrimonio geologico della Terra sotto l'egida dell'Unesco. A solo titolo di esempio si ricorda che tutta l'attività realizzata per l'individuazione dei geositi, la conservazione del patrimonio geologico e la divulgazione della sua conoscenza, hanno notevolmente contribuito alla realizzazione di un buon numero di lavori indicati in questa sezione.

- 1) Angelini B. (1994) *Il Centro Studi Adamello Julius Payer al Mandrone (alta val di Genova - Trentino Nordoccidentale)*. *Natura Alpina*, 45 (4): pp. 41-46.
- 2) Avanzini M., Carton A., Seppi R., Tomasoni R. (2005) *Geomorphosites in Trentino: a first census*. *Il Quaternario*, 18 (1): pp. 63-78. *
- 3) Avanzini M., Carton A., Ferrari C., Masè V., Tomasoni R., Seppi R. (2007) *La realizzazione di percorsi naturalistici nel Parco Naturale Adamello Brenta*. Abstract, Congresso Geologia e Turismo. *
- 4) Baroni C., Carton A., Casarotto C. (2018) *I ghiacciai dell'Adamello*. In *Guide Geologiche SGI. Itinerari glaciologici sui ghiacciai italiani*. A cura di Baroni C., Smiraglia C., Casarotto C., Società Geologica Italiana, C.G.I., C.A.I. *
- 5) Carton A. (2009) *Dolomiti di Brenta, system 9; Vol 1, 238-253* in Gianolla P., Panizza M., Micheletti C. Viola F., a cura di (2008) *Nomination of the dolomites for inscription on the world natural heritage list UNESCO*. Provincia di Belluno, Provincia Autonoma di Bolzano– Bozen, Provincia di Pordenone, Provincia Autonoma di Trento, Provincia di Udine. *

- 6) Carton A. (2009) *La Via Geoalpina nel cuore dell'Adamello Brenta*. Adamello Brenta, periodico quadrimestrale. Anno 13(2): 40 pp. *
- 7) Carton A. (2013) *Architetture naturali*. In De Battaglia F., Carton A., Pistoia U. (eds) *Dolomiti di Brenta*. 394 pp. Cierre edizioni, Società Alpinisti Tridentini, Verona: pp. 30-65. *
- 8) Carton A., Tomasoni R., Seppi R. (2010) *Adamello-Presanella-Brenta*. In Panizza M. (a cura di) *Via Geoalpina. Un'escursione nello spazio e nel tempo*, Tipolitografia CSR, Roma: pp. 137-163. ISBN 978-88-448-0465-7. *
- 9) Casarotto C., Fontana S., Seppi R. (2004) *The Adamello Research Centre "Julius Payer"* (*Val di Genova, Trentino, Italy*). 32nd International Geological Congress., Abstract, pt. 1, abs. 27-17, p. 140.
- 10) Castellarin A., Chini A., Perna A., Sauro U., (1982) *Itinerari geologici: la conca della Nana*. *Economia Trentina*, 4: pp. 69-82.
- 11) De Battaglia F., Carton A., Pistoia U. (2013) *Dolomiti di Brenta*. CIERRE Ed.: 400 pp. *
- 12) Tomasoni R. (2010) *Pian della Nana - Monte Peller. Storia di un paesaggio*. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark. Collana Percorsi, 3: 77 pp. *
- 13) Tomasoni R. (2014) *Val di Fumo. Un modello perfetto*. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark. Collana Percorsi, 9: 75 pp. *
- 14) Tomasoni R. (2014) *La via Geoalpina. Alla scoperta dell'Adamello Brenta Geopark via geoalpina*. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark: percorsi, la Via Geoalpina, 10, 76 pp. *
- 15) Tomasoni R., Bertuzzi E. (2010) *Suggerimenti d'acqua e di pietra. Vallesinella*. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark: Collana Percorsi: 37 pp. *
- 16) Tomasoni R., Visintainer M. (2012) *Geological Landscape*. Catalogo della mostra, Curcu & Genovese: 80 pp. *
- 17) Zoanetti R., Masè V. (2013) *Il Patrimonio geologico*. In De Battaglia F., Carton A., Pistoia U. (eds) *Dolomiti di Brenta - Cierre edizioni, Società Alpinisti Tridentini*. Verona: pp. 88-97.*

3.7 Altra Bibliografia Geomorfologica

Sono qui raccolti i rimanenti lavori che non trovano esatta collocazione nelle precedenti sezioni, ma che, per il loro contenuto, contribuiscono alla conoscenza geomorfologia del Geoparco. La maggior parte di questi tratta di limnologia in riferimento a bacini di piccole e grandi dimensioni (sorretti da argini morenici e frane) o dell'idrologia di scaricatori glaciali.

- 1) Ferretti P., Borsato A. (2006) *Studio idrogeologico della Valle e del Lago di Tovel*. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Biologica, 81 (2004), Suppl.2: pp. 189-203. *
- 2) Filippi M.L., Heidi O., Arpentì E., Angeli N., Bortolotti M., Lotterà A.F., Van De Borg K. (2007) *Studio paleo limnologico del Lago Nero di Cornisello (Parco Naturale Adamello-Brenta, Trentino)*. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica, 82 (2005): pp. 261-278. ISSN 0392-0534.
- 3) Fuganti A. (1969) *Studio geologico di sei grandi frane di roccia nella regione Trentino Alto Adige (Marco, Molveno, Prà del Finonchio, Magrè, Sasso Englar, Rasciesa)*. Memorie del Museo tridentino di Scienze Naturali, 17 (3): 72 pp. *
- 4) Marchesoni V. (1954) *Il lago di Molveno e la foresta riaffiorata in seguito allo svasso*. Studi Trentini Scienze Naturali, 31: pp. 9-24. *
- 5) Marchesoni V. (1958) *La datazione col metodo del carbonio 14 del lago di Molveno e dei resti vegetali emersi in seguito allo svasso*. Studi Trentini Scienze Naturali, 35 (2-3): pp. 95-98. *
- 6) Marchetti V. (1977) *Il lago di Lares*. Natura Alpina, A 28, 12: pp. 137-146.
- 7) Merciai G. (1932) *I laghi di S. Giuliano in Val Rendena*. Memorie Museo Storia Naturale Venezia Trid., 1 (34): pp. 115-130. *
- 8) Oetheimer C. (1992) *La foresta sommersa del lago di Tovel (Trentino): reinterpretazione e datazione dendrocronologia*. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica - Trento, 67 (1990): pp. 3-23. *
- 9) Ongari D. (1987) *I torrenti glaciali Mandron e Lobbia di Val Genova sorgenti principali del fiume Sarca*. Natura Alpina, 38 (4): pp. 1-16.

4. Descrizioni dei lavori più significativi

Avanzini M., Carton A., Seppi R., Tomasoni R. (2005) *Geomorphosites in Trentino: a first census*. Il Quaternario, 18 (1): pp. 63-78.

Il lavoro rappresenta un primo censimento dei geomorfositi del Trentino, effettuato nell'ambito del programma di ricerca co-finanziato dal MIUR COFIN 2001 dal titolo "Geositi nel paesaggio italiano: ricerca, valutazione e valorizzazione". I criteri di identificazione sono quelli utilizzati già da tempo in campo nazionale ed internazionale. Sono stati individuati 110 siti di interesse geomorfologico distribuiti su tutto il territorio regionale e scolpiti nelle principali unità strutturali, che caratterizzano dal punto di vista geologico la regione trentina, e sui più significativi depositi quaternari. Di questi, circa una trentina rientrano nel territorio del PNAB e sono quelli che sono stati presi in considerazione per la candidatura del PNAB a European Global Geopark. Nel lavoro vengono discussi i motivi delle scelte e le possibilità di fruizione. I geomorfositi individuati sono brevemente descritti in un elenco riassuntivo, nel quale oltre all'indicazione del comune di appartenenza, appare anche il motivo della scelta. Sono indicati anche siti o itinerari naturalistici già realizzati sul territorio o segnalati da guide o brochure esplicative. Infine viene riportata una descrizione completa di un geomorfosito, come esempio di quanto sarebbe stato effettuato in una monografia finale sui geomorfositi del Trentino.

Avanzini M., Carton A., Ferrari C., Masè V., Tomasoni R., Seppi R. (2007) *La realizzazione di percorsi naturalistici nel Parco Naturale Adamello Brenta*. Abstract, Congresso Geologia e Turismo.

L'abstract, presentato anche come Poster al Congresso di Geologia e Turismo del 2017 a Bologna, rappresenta e costituisce uno dei primi suggerimenti per la realizzazione di una guida cartacea, corredata di cartografia tematica di facile impiego ed interpretazione, la cui lettura viene "modellata" dal lettore in base alle sue esigenze, conoscenze e tempi a disposizione. La guida che viene proposta, suggerisce la descrizione di due itinerari collocati nel Parco Adamello Brenta e vede la fattiva collaborazione tra Università di Pavia, il Muso Tridentino di Scienze Naturali e la Società degli Alpinisti Tridentini. Di fatto il lavoro pone le basi per la concretizzazione della successiva guida realizzata da Carton A., Tomasoni R. nel 2010, dal titolo: " – Alla scoperta dei ghiacciai dell'Adamello. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark" e titolo facente parte della collana "Percorsi" edita dal PNAB.

Baroni C., Carton A., (1991) *Variazioni oloceniche della Vedretta della Lobbia (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 13: pp. 105-119.

L'area oggetto dello studio è posta alla testata della Val Genova nelle Alpi Centrali. Interessa la piana a monte del Rifugio Bedole ed il bacino della Vedretta della Lobbia. Quest'ultimo ha forma allungata in direzione Sud-Nord, con un recinto posto intorno a quota 3.000 m. e appartiene al bacino idrografico del Fiume Sarca di Val di Genova. La Vedretta della Lobbia (n. 637 del Catasto dei Ghiacciai Italiani), confina ad Ovest con la Vedretta del Mandrone, pure situata nell'Alta Val di Genova, attraverso il Passo della Lobbia Alta. Il ghiacciaio in oggetto, nella parte alta, può essere definito come un ghiacciaio di altopiano, dal quale si diparte una lingua in direzione Nord; verso Sud, un ice-divide lo separa dalla meno estesa Vedretta di Fumo, che rappresenta la porzione meridionale dello stesso ghiacciaio. Attualmente la fronte della Vedretta della Lobbia staziona intorno a quota 2570 m. Le variazioni della lingua del ghiacciaio in oggetto, vengono in questo lavoro analizzate mediante il confronto della cartografia storica e supportate dalla datazione di una serie di argini morenici attraverso lichenometria, dendrocronologia e datazione di suoli sepolti. Un ricco elenco e descrizione di documenti cartografici e iconografici completa il lavoro. Le fronti dei ghiacciai della Lobbia e del Mandrone, allo stato delle conoscenze di allora, avevano fornito le maggiori informazioni sulle variazioni dei ghiacciai del Gruppo del M. Adamello.

Baroni C., Carton A. (1992) *Variazioni glaciali oloceniche nel Gruppo del Monte Adamello (Alpi Centrali)*. Memorie Società Geologica, II, 45 (1990): pp. 877-882.

Il lavoro rappresenta una breve sintesi degli studi sulla geologia glaciale e sulla geomorfologia del Gruppo dell'Adamello, con particolare attenzione alle forme e ai depositi Olocenici, condotti dagli scriventi fino alla fine degli anni ottanta del secolo scorso. Particolarmente interessanti sono risultate le Vedrette di Pisgana e della Lobbia. Sulla base dei caratteri sedimentologici, lichenometrici, pedostratigrafici e del grado di alterazione, è stato possibile distinguere i depositi glaciali del Pleistocene sup. da quelli Olocenici; nell'ambito di questi ultimi sono state differenziate diverse morene. Torbe e suoli sepolti, rinvenuti in val Narcanello ed in Val Genova hanno fornito diverse date ^{14}C . È stata individuata un'avanzata della Vedretta di Pisgana di età Neoglaciale, avvenuta in un'epoca compresa tra 3350/3086 e 2706/2207 anni da presente. Per quanto riguarda specificatamente il territorio del PNAB, in val Genova è stata individuata una morena terminale più antica di 6299/5919 anni da oggi. Un'altra morena, interna alla precedente, risulta essere più recente di 1230/1003 anni dal presente e testimonia un'avanzata riferibile al Medio Evo o alla Piccola Età Glaciale.

Baroni C., Carton A., (1996) *Geomorfologia dell'alta Val di Genova (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 19: pp. 3-17, 1 carta geomorfologica.

Il lavoro descrive la geomorfologia della testata della Val Genova, una valle che si spinge fino ai ghiacciai sommitali del Gruppo dell'Adamello (Ghiacciaio dell'Adamello e Lobbia-Fumo); si tratta di due ghiacciai di altopiano che si insinuano con varie effluenze nelle valli disposte a raggiera intorno alla zona sommitale. Altri ghiacciai minori e glacionevati si sviluppano entro piccoli circhi ed in altre zone topograficamente protette.

Gli agenti morfogenetici che hanno agito più incisivamente in questo settore del Gruppo dell'Adamello, sono stati quelli di tipo glaciale e periglaciale, ancora attivi nelle aree più elevate. Sono evidenti anche forme e depositi legati alla gravità ed allo scorrimento delle acque fluviali e fluvioglaciali, attivi, insieme a fenomeni di debris flow che hanno agito sul finire degli anni '80, nella parte inferiore della valle.

Sulla base di osservazioni morfologiche, sedimentologiche, stratigrafiche, lichenometriche e dendrocronologiche e con l'ausilio di una dozzina di date ¹⁴C, sono state ricostruite alcune tappe salienti dell'evoluzione geomorfologica dell'area studiata. Sono state riconosciute le massime dimensioni raggiunte nell'Olocene dalle vedrette della Lobbia e del Mandrone e sono state datate alcune morene attribuibili a diversi eventi entro la Piccola Età Glaciale. In particolare, una morena presso M.ga Matarot testimonia un'avanzata della Vedretta della Lobbia ascrivibile alle prime fasi della Piccola Età Glaciale, intorno a 410 ± 90 anni ¹⁴C B.P. (1430-1635 cal A.D.).

Dalla metà del secolo scorso si è verificato un notevole regresso dei ghiacciai, sia pur intervallato da brevi e poco marcati eventi di avanzata, peraltro non sempre registrati concordemente dai maggiori ghiacciai. L'evidente contrazione dei ghiacciai ha determinato un abbassamento di varie decine di metri della superficie glaciale nella zona di accumulo ed il marcato ritiro delle fronti ha determinato un arretramento di circa 2 000 m per la Vedretta del Mandrone e 1 800 m per la Vedretta della Lobbia.

Baroni C., Carton A., Leso M., Martin S., Montresor L., Rigatti G. (1998) *Carta Geologica della Provincia di Trento. Sezione 042130 Laghi di Cornisello (scala 1:10000)*. Note Illustrative. Provincia Autonoma di Trento, Servizio Geologico: 40 pp.

Il lavoro costituisce la nota illustrativa ad una carta geologica alla scala 1:10.000 realizzata in via sperimentale per valutare la validità dell'applicazione dell'allostratigrafia nella

cartografazione dei depositi quaternari in vista della realizzazione di alcuni fogli geologici alla scala 1:50.000 nell'ambito del progetto CARG. Particolare attenzione viene data alla caratterizzazione dei depositi quaternari. In particolare in uno scavo a mano profondo 2,5 m. effettuato in una depressione sbarrata dalla morena laterale destra del ghiacciaio di Cornisello, è stato rinvenuto un suolo sepolto, evoluto a tetto di depositi di debris flows, sigillato da un pacco di sedimenti sabbiosi stratificati. L'età $14 C$ di questo orizzonte è di 2745 +/- 110 anni B.P. ed indica che l'argine che sorregge i depositi sabbioso limosi è stato generato da una avanzata avvenuta dopo tale data. Viene ricostruita anche l'evoluzione geomorfologica della testata delle due Valli dell'Amola e di Cornisello.

Baroni C., Carton A., Seppi R. (2004) *Distribution and Behaviour of Rock Glaciers in the Adamello–Presanella Massif (Italian Alps)*. *Permafrost and Periglacial Processes*, 15: pp. 243–259.

Nel lavoro viene presentato un primo inventario dei rock glacier del Gruppo Adamello-Presanella. Vengono descritte e organizzate in un GIS: la distribuzione, l'attività e le loro caratteristiche morfologiche. Nei due massici sono stati individuati 216 rock glacier: di questi il 41% (n. 88) è risultato attivo/inattivo (sensu Barsch), il resto è relitto. Viene evidenziato che la differenza tra le quote medie delle fronti dei RG attivi e di quelli inattivi/relitti è di circa 430 m. Alcuni rock glacier sono certamente in movimento, come viene confermato da due indagini topografiche. Almeno 30 RG si sono sviluppati partire dalla Piccola Età Glaciale. L'altezza media delle fronti dei RG attivi (2527 m) si trova ben al di sotto dell'altitudine stimata dell'isoterme $-1^{\circ} C$ (2740 m) e $-2^{\circ} C$ (2910 m), suggerendo che la ricostruita MAAT non coincide con la MAAT locale nell'intero gruppo. Nel lavoro viene infine suggerito di utilizzare con cautela la MAAT regionale per identificare le forme attive e la posizione dei fronti dei RG per la ricostruzione del MAAT regionale.

Baroni C., Carton A., Casarotto C. (2018) *I ghiacciai dell'Adamello*. In *Guide Geologiche SGI. Itinerari glaciologici sui ghiacciai italiani*. A cura di Baroni C., Smiraglia C., Casarotto C., Società Geologica Italiana, C.G.I., C.A.I.

Si tratta della descrizione di due itinerari glaciologici inseriti in una più ampia opera, in tre volumi, che comprendono a loro volta 22 itinerari in ambiente glaciale lungo l'intero arco alpino e in prossimità dell'unico corpo glaciale dell'Appennino, il Calderone. Gli itinerari descritti hanno un carattere scientifico-divulgativo e sono destinati ad accompagnare la visita di una delle realtà

geologiche più mutevoli del PNAB, nell'attuale fase climatica: i ghiacciai della Lobbia e del Mandrone. I percorsi descritti ricalcano esattamente quelli proposti in Baroni, Carton & Casarotto (2018).

Berruti G. (1973) *Sulla presenza di rocce dell'Adamello in depositi quaternari del Gruppo di Brenta (catena settentrionale)*. *Natura Bresciana*, 10: pp. 25-34.

Il lavoro si occupa del problema dell'influenza di lingue glaciali provenienti dal Gruppo Adamello Presanella in numerose valli del Gruppo di Brenta, testimoniata dalla presenza di tonalite in depositi glaciali, spesso costituita anche da massi di notevoli dimensioni, rilevati da molti autori tra cui lo Schwinner (1912), Il Trevisan (1939) il Wiebols (1938) e Castiglioni (1961). Di particolare rilievo è la segnalazione di Schwinner in due distinti depositi morenici, alla base della parete SW del Corno di Flavona e nella sella posta a N del Dosson di Vagliana. La particolare rilevanza dei due depositi è costituita dalla quota da essi raggiunta: 2650 m la prima, 2.050 la seconda. La pubblicazione analizza in modo critico e sintetizza tutte le varie ipotesi fatte dagli autori precedenti sull'estensione provenienza delle lingue glaciali, e rappresenta un utile suggerimento per future indagini, in quanto l'argomento pur essendo stato considerato nei recenti fogli geologici al 50.000, non è mai stato affrontato con le moderne tecniche di indagine, nell'ottica della ricostruzione delle coltri glaciali nell'LGM.

Bombarda R. (1995) *I ghiacciai del Gruppo Adamello Presanella: Variazioni dal 1865 e situazione attuale*. *Natura Alpina*, 46 (2): pp. 1-25.

L'autore analizza il comportamento dei ghiacciai del Gruppo Adamello Presanella in un intervallo di tempo secolare. Dopo una sintesi della situazione a partire dall'ultima massima espansione wurmiana, desunta dagli scritti degli autori precedenti, descrive l'evoluzione dalla Piccola Età Glaciale all'attuale (1995) sulla base anche delle evidenze di margine glaciale evidenziate in Castiglioni (1961). Il lavoro è corredato da una interessante tabella di sintesi che comprende tutti i ghiacciai del Gruppo Adamello Presanella indicando, oltre ai principali caratteri distintivi (nome, numero catasto, tipo, gruppo montuoso ecc.) anche le dimensioni areali riportate nei lavori di Payer (1865), Richter (1888), Merciai (1925 e 1930), Saibene (1952), CGI (1961/62), SGL (1992) e SAT (1994). I dati così raccolti sono stati elaborati statisticamente per sottogruppo montuoso, provincia, bacino di appartenenza e tipologia.

Bombarda R. (1996) *Il cuore bianco: guida ai ghiacciai del Trentino*. Arca Edizioni: 172 pp.

Corposa monografia che affronta, con ampio respiro, le vicende glaciali che il territorio trentino ha attraversato, introducendo il lettore alla glaciologia attraverso una serie di capitoli che vanno dalla presenza dei ghiacciai sulla Terra alla loro evoluzione, all'azione morfogenetica ed al riconoscimento della loro esistenza attraverso le tracce lasciate sul territorio. Il dettaglio del glacialismo trentino è descritto attraverso un itinerario dal Garda all'Adamello. Per quanto riguarda più specificatamente il territorio del PNAB, il volume nella seconda parte propone una descrizione della Val Rendena e Genova anche in chiave di geomorfologia glaciale. Di grande interesse resta comunque la parte intitolata "Ghiacciai oggi" perché rappresenta un'utile fotografia delle masse glaciali al 1996. Si susseguono infatti in questo capitolo numerose schede che riportano vari riferimenti distintivi (nome ghiacciaio, numero catasto, bacino ecc.) e annotazioni sulle caratteristiche morfologiche, evoluzione, accessibilità, difficoltà di raggiungimento, e notizie varie, riferite ad un certo numero di corpi ubicati nel Gruppo Adamello Presanella (pp.115-128) e Brenta (pp.131-140). Le schede sono corredate da accurate mappe della superficie glaciale disegnate su CTR. Interessante è la sovrapposizione della sentieristica SAT che fornisce a colpo d'occhio l'idea di come il ghiacciaio può essere "visitato".

Bombarda R., Parisi B. (1997) *I ghiacciai (vedrette) delle Dolomiti di Brenta: centotrent'anni di frequentazione e di osservazioni*. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 20 (2): pp. 299-304.

Gli autori segnalano che da oltre cento anni i ghiacciai delle Dolomiti di Brenta, nelle Alpi Retiche (Trentino Occidentale) sono monitorati ed alcuni di essi attentamente studiati. Questa attività è stata condotta da diversi studiosi, in gran parte membri del Comitato Glaciologico Italiano. Le variazioni climatiche dell'ultimo secolo hanno avuto un sensibile effetto sui ghiacciai di questo gruppo montuoso, con la conseguenza che la loro superficie totale si è ridotta da 464 ha (fine del diciannovesimo secolo) a meno di 180 ettari nel 1994. L'attività di ricerca condotta dal Cai-Sat di Trento dal 1989 si è concentrata sulla localizzazione e misurazione di tutte le unità glaciali attualmente presenti, oltre ad effettuare una ricostruzione storica comparativa rispetto alla situazione dei ghiacciai locali riscontrata in occasione dei censimenti avvenuti in precedenza. Il lavoro è corredato da una tabella che riporta tutti i ghiacciai presenti nelle Dolomiti di Brenta, associati ad una serie di parametri distintivi (nome, numero catasto, tipo, gruppo montuoso ecc.) e alle dimensioni areali riportate nei lavori precedenti. L'opera rappresenta una rivisitazione ed un aggiornamento di Bombarda (1995). Correda questo lavoro una ulteriore elaborazione numerica che evidenzia l'innalzamento di quota di alcune vedrette.

Borsato A. (1991) *La grotta dello Specchio: nuova cavità del complesso carsico dei Lasteri (Gruppo di Brenta, Trentino Occidentale)*. *Natura Alpina*, 41(2-3): pp.7-25.

Il lavoro è inserito in un corposo volume (due numeri) della rivista "Natura Alpina" che raccoglie gli atti del IX Convegno Regionale di Speleologia del Trentino – Alto Adige. La grotta dello Specchio è di particolare importanza per il PNAB in qualità di geosito (n 57). Il sistema carsico è inserito in una struttura di blanda sinclinale interessata da vari motivi strutturali regionali ad andamento scledense, giudicariense e locale. Relativamente recente la sua scoperta (1989). La grotta è sostanzialmente formata da due meandri in leggera discesa e da un più lungo tratto sub orizzontale. Dettagliate descrizione e una nutrita serie di fotografie illustrano le multiformi morfologie dei vari condotti ben sintetizzate e rappresentate in una apposita tavola. Morfologie di crollo frequenti vengono ascritte a movimenti neotettonici che hanno riattivato discontinuità preesistenti. Nel 1991 alla base del Pozzo, posto poco vicino all'ingresso, veniva segnalato del ghiaccio senz'altro antico. L'analisi morfologica del sistema carsico, permette di distinguere quattro fasi principali nell'evoluzione della grotta. Una fase epifreatica (fase freatica poco profonda), una fase vadosa, una di riempimento ed un'ultima vadosa finale. Correda l'articolo la tradizionale mappatura dello sviluppo sia in pianta che in sezione.

Borsato A. (1991) *I pozzi superficiali del Pian della Nana (Dolomiti di Brenta, trentino)*. *Natura Alpina*, 41(2-3): pp.7-25.

Il lavoro descrive la grande superficie del Pian della Nana interpretabile come un paesaggio tipicamente glaciocarsico di alta montagna. In esso hanno grande sviluppo sia le forme superficiali (doline, trincee carsiche) e grandi depressioni glaciocarsiche con diametri fino a 800 m, sia le microforme, grazie alla scarsa gelività dei calcari Grigi ivi presenti ed alla configurazione a gradinate strutturali presente in molte parti della conca. Nella zona l'autore ha rilevato 28 pozzi con profondità comprese tra 5 e 15,5 m che rappresentano i caratteristici <<pozzi a neve>>, ubicati in corrispondenza di due o più fratture verticali subparallele. I vari pozzi sono oggetto di analisi morfometriche a supporto dell'interpretazione delle diverse categorie. Corredano il lavoro una schematica carta topografica con l'ubicazione delle varie morfologie carsiche presenti (ubicazione dei pozzi compresa), una serie di tavole con le sezioni di gran parte di essi, e i dati catastali di tutte le cavità censite.

Borsato A. (1993) *Segnalazione di quattro nuovi Ghiacciai nel Gruppo di Brenta settentrionale. Natura Alpina, 44(3): pp.15-22*

Nell'ambito di una campagna di rilevamento riguardante la Geologia del quaternario, nel Gruppo di Brenta, sono stati individuati quattro piccoli ghiacciai che non erano stati segnalati in precedenza. Di ogni ghiacciaio vengono riportati i dati catastali, ed una breve descrizione. Essi sono: la Vedretta di val Pestacapre (in testata dell'omonima valle); la Vedretta de le Preson (W di cima Paradiso); la Vedretta a NW di Cima Sassara; la Vedretta di Val Gelada di Tuenno. Il lavoro è anche corredato da alcune considerazioni sulla linea di equilibrio delle nevi nel Sottogruppo del Gran de Formenton.

Borsato A. (2007) *Gli acquiferi carsici delle Dolomiti di Brenta: risorse idriche e funzionamento idrogeologico. L'acqua nelle aree carsiche in Italia. Memorie Istituto Italiano di Speleologia, serie 2, XIX: pp. 49-56.*

L'articolo rappresenta un capitolo inserito in una monografia che prende in considerazione l'acqua nelle aree carsiche in Italia. In particolare viene descritto che le Dolomiti di Brenta sono la più grande (560 km²) e la più fitta (2900 m) falda carsica della provincia di Trento sviluppata in rocce dolomitiche e calcare. Dal punto di vista idrologico si possono individuare tre principali zone: (1) La zona di infiltrazione (3000 - 1800 m a.s.l.) con tipica morfologia glaciocarsica, grandi altipiani carsici con centinaia di grotte verticali e solo alcune sorgenti molto piccole e temporanee. (2) Le sorgenti periferiche delle falde acquifere poste nell'intervallo di quota tra i 1800 - 1300 m a.s.l. Mostrano forti fluttuazioni stagionali con portate molto basse in inverno (<50 L / s) e più elevate (1000-5000 L / s) durante lo scioglimento della neve. Queste sorgenti sono caratterizzate da improvvise diminuzioni della mineralizzazione dell'acqua durante lo scioglimento della neve e le principali precipitazioni, insieme a torbidità e picchi di inquinamento microbiologico. Durante lo scioglimento della neve di solito mostrano grandi fluttuazioni giornaliere di scarica conducibilità elettrica e minori escursioni termiche giornaliere. (3) Sorgenti alla base delle falde acquifere (800 - 300 m a.s.l.), che sono le più importanti dell'area con una portata media annuale fino a 1200 l/s. Queste sorgenti sono solitamente organizzate in sistemi complessi sviluppati su un centinaio di metri e sono interpretate o come punti di scarico inferiori della falda, o scarichi di troppo pieno che comunemente corrispondono a grotte parzialmente allagate. La maggior parte delle sorgenti sono sistemi di drenaggio interdipendenti caratterizzati da una grande mineralizzazione.

Borsato A., Frisia S., Miorandi R., Van der Bord K., Spötl C., Corradini F. (2007) Ricostruzioni climatico ambientali per l'Olocene da tufo calcareo e latte di Monte in grotte del Trentino. Studi Trentini Scienze Naturali Acta Geologica, 82 (2005): pp.239-259. ISSN 0392-0534.

Nel lavoro vengono presentati i risultati dello studio micro stratigrafico ed isotopico delle colate di tufo calcareo del Bus de la Spia e di latte di monte della grotta Cesare Battisti, datate attraverso analisi ^{14}C e conteggio delle lamine. Il secondo sito non è ubicato all'interno del PNAB, mentre il primo riveste un particolare interesse in quanto è uno dei geositi del PNAB (geosito n 20). In particolare, la colata di tufo del Bus de la Spia, il cui fattore determinante per la crescita è la disponibilità d'acqua, iniziò a formarsi circa 10.890 ± 150 anni cal. BP, poco dopo la fine del Dryas recente, con un tasso di crescita di $90 \mu\text{m}$ l'anno rimasto pressoché costante fino alla cessazione della deposizione avvenuta intorno a 4470 ± 200 anni cal. BP. Nell'intervallo tra 11.000 e 8000 anni il record del $\delta^{13}\text{C}$ del tufo, e in minor misura del $\delta^{18}\text{O}$, è contraddistinto da una serie di picchi positivi della durata di 50-150 anni, spazati in modo più o meno regolare ogni 300 anni. I picchi sono legati alla presenza di particolato fine carbonatico, che testimonia un generale periodo di elevata piovosità con variazioni secolari nell'intensità del contrasto stagionale. Confronti con serie isotopiche di speleotemi dell'area alpina e mediterranea corroborano l'interpretazione paleoclimatica che emerge dai record studiati, e confermano che i depositi di latte di monte e tufo calcareo possono essere utilizzati per ricostruzioni paleoclimatiche ad alta risoluzione.

Borsato A., Miorandi R., Flora O. (2004) I depositi di ghiaccio ipogei della Grotta dello Specchio e del Castelletto di Mezzo (Dolomiti di Brenta, Trentino): morfologia, età ed evoluzione recente. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Geologica, 81: pp. 53-74.

Nel lavoro vengono presentate le misurazioni morfologiche, glaciologiche, termometriche e le analisi del trizio di due depositi di ghiaccio ipogei nelle Dolomiti di Brenta (Trentino occidentale), formati per rigelo di acque di percolazione. Sebbene generati da processi termodinamici differenti quali la circolazione d'aria a tubo di vento per la Grotta dello Specchio, geosito PNAB n 23, (ingresso 1930 m s.l.m.) e la trappola d'aria fredda per la Grotta del Castelletto di Mezzo (quota 2435 m s.l.m.), i depositi hanno avuto un'evoluzione simile. Nella Grotta del Castelletto di Mezzo il ghiaccio ha iniziato a formarsi nella prima metà del '500, all'inizio della Piccola Età Glaciale, e ha continuato ad accumularsi al tasso di $4,56 \pm 0,61 \text{ cm anno}^{-1}$ fino alla fine degli anni '80 (spessore max 20,5 m, volume 2000 m^3) quando è iniziata l'ablazione netta del deposito a seguito dell'innalzamento delle temperature estive. Nella Grotta dello Specchio (geosito

PNAB n 57) è probabile che la formazione del ghiaccio sia iniziata contemporaneamente a quella del Castelletto di Mezzo, ma in questo caso l'accumulo dev'essere stato discontinuo, con annate o decenni in cui prevaleva l'accumulo alternate a periodi in cui l'ablazione aveva il sopravvento. Le fasi di accumulo/ablazione si sono alternate negli ultimi 500 anni in funzione delle fluttuazioni delle temperature estive fino agli anni '80 (spessore max 4 m, volume 150 m³) quando si è verificata una brusca accelerazione dell'ablazione netta con un abbassamento medio della superficie di $7,5 \pm 4,1$ cm anno⁻¹ nel periodo 1997-2005 e una punta massima di -16,1 cm registrata nel 2003 in concomitanza con l'estate eccezionalmente calda. Per entrambi i depositi l'evoluzione recente è quindi controllata dall'ablazione, direttamente correlata alle temperature estive, mentre l'accumulo annuale è ormai minimo. Pertanto, se le temperature estive non dovessero diminuire rispetto a quelle dell'ultimo decennio, l'ablazione veloce in atto potrebbe portare alla completa estinzione dei depositi nell'arco di pochi decenni.

Callegari M., Cantone A., Cuozzo G., Defilippi M., Notarnicola C., Pasquali P., Riccardi P., Seppi R., Seppi S., Zucca F. (2015) *Combining Radarsat-2 and Cosmo-SkyMed Data for Alpine Permafrost Deformation Monitoring*. in *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2015 IEEE International: pp. 5260-5263, Milan 26-31 July 2015. DOI: 10.1109/IGARSS.2015.7327021.

Questo articolo deriva da un lavoro presentato al congresso internazionale IGARSS 2015, tenutosi a Milano. Presenta un metodo originale per studiare lo spostamento dei rock glacier utilizzando immagini da satellite e un sistema di "Support Vector Machine". In particolare, è stata utilizzata la tecnica di interferometria differenziale SAR, usando dati dalle piattaforme RADARSAT-2 e COSMO-SkyMED. L'applicazione e la verifica della metodologia sviluppata nel lavoro è stata effettuata nel territorio del PNAB, dove esisteva un catasto del rock glacier e dove lo spostamento di due forme attive (RG Maroccaro e Amola) viene misurato direttamente mediante rilievi topografici annuali. L'applicazione del metodo ha dato buoni risultati, soprattutto combinando i dati di entrambe le piattaforme satellitari. Il test di accuratezza effettuato confrontando i risultati dell'applicazione del metodo con le forme attive indicate dal catasto dei rock glacier ha dato un valore di circa l'87%. Inoltre, anche la quantificazione dello spostamento ottenuta con il metodo SBAS ha mostrato un buon accordo con le misure dirette effettuate sul RG dell'Amola.

Carton A. (2009) *Dolomiti di Brenta, system 9*; Vol 1, 238-253 in Gianolla P., Panizza M., Micheletti C. Viola F., a cura di (2008) *Nomination of the dolomites for inscription on the world natural heritage list UNESCO*. Provincia di Belluno, Provincia Autonoma di Bolzano–Bozen, Provincia di Pordenone, Provincia Autonoma di Trento, Provincia di Udine.

Si tratta di una descrizione geografico fisica generale corredata da significative immagini che illustra in sintesi le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e della geodiversità del gruppo di Brenta, appositamente realizzata per l’allestimento di tre volumi da proporre per la “Nomination of the Dolomites for inscription on the world natural heritage list UNESCO” Le dolomiti di Brenta rappresentano, nel volume in oggetto, il “System n 9”. Vengono sottolineati i particolari gli aspetti più evidenti del Gruppo, quali i frequenti fenomeni di morfoselezione che conferiscono il massiccio il particolare profilo estremamente seghettato e la peculiare presenza del paesaggio carsico d’alta quota che origina esemplari ambienti glaciocarsici.

Carton A. (2009) *La Via Geoalpina nel cuore dell’Adamello Brenta*. Adamello Brenta, periodico quadrimestrale. Anno 13(2); 40 pp.

L’articolo presenta e descrive in sintesi, sulla rivista periodica del Parco Naturale Adamello Brenta, l’itinerario della via Geoalpina che attraversa il Parco, riprendendo immagini e contenuti presenti in Carton, Tomasoni, Seppi (2010).

Carton A. (2013) *Architetture naturali*. In De Battaglia F., Carton A., Pistoia U. (eds) *Dolomiti di Brenta*. 394 pp. Cierre edizioni, Società Alpinisti Tridentini, Verona: pp. 30-65.

Si tratta di un capitolo, all’interno di un unico volume sul Gruppo di Brenta (de Battaglia et alii, 2013), al quale si rimanda, che descrive in modo estremamente dettagliato ed al contempo divulgativo le caratteristiche geomorfologiche del paesaggio glaciale, periglaciale e carsico del Gruppo montuoso in oggetto e ne commenta l’evoluzione legata alla dinamica endogena ed ai vari processi fisici ivi esistenti.

Carton A. (2013) *Le vedrette, sentinelle del clima*. In De Battaglia F., Carton A., Pistoia U. (eds) *Dolomiti di Brenta*. 394 pp. Cierre edizioni, Società Alpinisti Tridentini, Verona: pp 66-87.

Si tratta di un capitolo, all'interno di un unico volume sul Gruppo di Brenta (de Battaglia et alii, 2013), al quale si rimanda, che descrive in modo estremamente dettagliato ed al contempo divulgativo l'evoluzione dighiacciai ivi esistenti. Viene ricostruita l'estensione delle masse glaciali utilizzando i dati presenti nei lavori scientifici più antichi e poi viene via via seguita la loro evoluzione sulla base delle evidenze di terreno, dei rilevamenti delle loro fronti, dell'iconografia e cartografia antica. Particolare attenzione viene dedicata al ghiacciaio dell'Agola, attualmente il più importante del gruppo di Brenta, in corrispondenza del quale vengono tutt'ora effettuati vari tipi di monitoraggio. Questo ghiacciaio è stato scelto come rappresentativo dei piccoli apparati glaciali alimentati dalle valanghe non solo del Gruppo di Brenta ma dell'intero comparto dolomitico; dal 2002 è sottoposto a dettagliate misurazioni che hanno come obiettivo la determinazione del bilancio di massa e la comprensione delle sue relazioni con le condizioni climatiche.

Carton A., Baroni C. (2017) *The Adamello – Presanella and Brenta Massif, Central Alps: Contrasting high mountain; Landscapes and landforms*. In Soldati M. & Marchetti M. eds. *Landscapes and landforms of Italy. World Geomorphological landscapes*: pp 101-112.

Si tratta di un capitolo posto in un corposo volume che illustra i paesaggi e le forme del territorio più sorprendenti d'Italia. In questo articolo, vengono messe in evidenza le peculiari caratteristiche dei due limitrofi gruppi dell'Adamello e del Brenta, sottolineando l'estrema diversità dei loro paesaggi collocati su substrati litologici differenti ma sottoposti ad analoghe vicende climatiche. Il lavoro offre ai lettori l'opportunità di esplorare la varietà dei paesaggi e delle forme del territorio attraverso testi informativi ed illustrazioni ed è stato concepito per suscitare curiosità tra scienziati, studiosi e lettori interessati alla geologia, geografia fisica, geomorfologia, turismo paesaggistico, geoheritage e protezione ambientale nell'ambito del PNAB.

Carton A., Tomasoni R. (2010) *Alla scoperta dei ghiacciai dell'Adamello. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark: percorsi, val Genova*: 109 pp.

Si tratta di una guida realizzata nell'ambito della collana "Percorsi" edita dal Parco Naturale Adamello Brenta che, alla testata della Val Genova, descrive due sentieri guidati. Gli itinerari accompagnano il visitatore alla scoperta del mondo dei ghiacciai e del maestoso paesaggio da essi modellato. L'intento della guida, realizzata nell'ambito di un Programma di Ricerca di interesse nazionale (PRIN) dal titolo "Il patrimonio geologico come risorsa per un turismo sostenibile", è quello di fornire alcune chiavi di lettura per meglio comprendere e apprezzare un bene naturale quale è quello dell'alta Val Genova, importante Geosito dell'Adamello Brenta Geopark. Il primo

itinerario, più semplice e accessibile, conduce sulle tracce dell'antico ghiacciaio che fino a poche centinaia di anni fa occupava l'alta Val Genova, mentre il secondo, più impegnativo, seguendo il tracciato del sentiero glaciologico Vigilio Marchetti permette di compiere un affascinante viaggio in alta quota attraverso i principali ghiacciai del Parco.

Carton A., Tomasoni R., Seppi R. (2010) *Adamello-Presanella-Brenta*. In Panizza M. (a cura di) *Via Geoalpina. Un'escursione nello spazio e nel tempo*: pp. 137-163. Tipolitografia CSR, Roma, ISBN 978-88-448-0465-7.

Si tratta di un capitolo inserito nel volume che descrive la Via Geoalpina, un progetto nato nell'ambito delle iniziative per l'Anno Internazionale del Pianeta per iniziativa dell'Onu al fine di divulgare il patrimonio di conoscenze ottenuto dalle Geoscienze. La via Geoalpina è un itinerario multiplo transfrontaliero da percorrere a piedi, tra Italia, Germania, Austria, Francia, Slovenia e Svizzera. Oltre ai sentieri già esistenti, ne sono stati realizzati altri che attraversano le Alpi in luoghi strategici e fondamentali dal punto di vista geologico. Uno di questi, creato ex novo, è appunto quello che si sviluppa all'interno del Parco Naturale Adamello Brenta Geopark; dal Passo del Tonale, attraversa la conca del Presena, entra attraverso il Passo del Maroccaro nell'alta Val Genova e scende fino al rifugio Mandrone. Da qui guadagna la piana di Bedole, percorre la lunga Val Genova a fianco del torrente Sarca di Genova. Attraversa a Carisolo la Val Rendena e si inerpicca sempre più nel cuore del Gruppo di Brenta fino al Passo del Grostè. Un'ultima lunga discesa porta al Lago di Tovel e quindi all'abitato di Terres in Val di Non. Il percorso risulta interessante sia dal punto di vista geologico che geomorfologico perché permette di osservare rocce di natura estremamente diversa e spettacolari forme di paesaggi periglaciali e glaciali attuali ed antichi è organizzato in quattro tappe giornaliere, per totali 53 Km. Lungo l'itinerario particolarmente evidente è il fenomeno della geodiversità. I percorsi proposti si sviluppano infatti in corrispondenza di due distinti settori con differenti caratteristiche geologiche: quello del batolite dell'Adamello in cui affiorano rocce cristalline e quello del Brenta contraddistinto da rocce sedimentarie calcaree e dolomitiche. Alla decisa impronta del paesaggio carsico che contraddistingue il massiccio del Brenta scolpito in guglie, campanili, torrioni e quasi completamente privo di idrografia superficiale, contrasta il severo ed a luoghi monotono ambiente glaciale dell'Adamello solcato da numerosi torrenti, forre e cascate.

Carturan L., Seppi R. (2005) *Il Ghiacciaio d'Agola. Un osservatorio sui mutamenti dell'ambiente glaciale delle Dolomiti di Brenta*. Adamello Brenta Parco 9 (3): pp. 23-26.

In questo breve articolo sono presentate le indagini glaciologiche che, a partire dal 2002, hanno interessato il ghiacciaio d'Agola, il più esteso delle Dolomiti di Brenta. Nel lavoro, in particolare, sono presentati i risultati dei primi 4 anni di bilancio di massa del ghiacciaio (2002-2005), assieme a dati sull'evoluzione delle condizioni meteorologiche e ai risultati delle osservazioni sui cambiamenti morfologici che stanno interessando il ghiacciaio e le aree limitrofe, legati alla situazione di forte riduzione di massa. Nei primi 4 anni di studio, il bilancio di massa netto è sempre stato negativo, con un valore particolarmente elevato nel 2003 (perdita di oltre 2000 mm di equivalente d'acqua). Nel periodo studiato, la perdita cumulata è stata di circa 6000 mm di equivalente d'acqua. Questi risultati sono dovuti alla congiuntura sfavorevole di precipitazioni invernali scarse e temperature estive più elevate della media, specie nei mesi di maggio e giugno. Questo bimestre, che solitamente è da annoverare come ultima fase della stagione di accumulo per i ghiacciai, sul Ghiacciaio d'Agola è da considerare a pieno titolo nella stagione di ablazione.

Castiglioni G.B. (1961) *I depositi morenici del gruppo Adamello Presanella con particolare riguardo agli stadi glaciali postwurmiani*. Memorie Istituto Geologia e Mineralogia – Università di Padova, 23: 131 pp.

Si tratta di una ampia monografia che riguarda il glacialismo e la morfologia glaciale del Gruppo Adamello-Presanella; il lavoro fornisce utili indicazioni per comprendere il tipo e la distribuzione dei depositi glaciali nel tratto di val Rendena tra Pinzolo e Bondo e nel versante destro dello stesso tratto vallivo. Sui fianchi delle valli maggiori, periferiche rispetto al gruppo dell'Adamello, l'autore riconosce numerosi terrazzi morenici, che riferisce alle fasi di scioglimento delle colate wurmiane od ai primi stadi postwurmiani. Un sistema di colate, ridotte rispetto a quelle wurmiane, può essere ricostruito con sufficiente approssimazione in val Rendena sulla base di resti di argini morenici appoggiati sui fianchi vallivi. Esso potrebbe essere riferito ad uno degli stadi più antichi del Tardoglaciale, forse allo stadio di Buhl (qualora si voglia mantenere la denominazione introdotta da Penk e Brueckner). Lo stadio di Sciliar è documentato con sicurezza dalle morene di un antico ghiacciaio nella valle del Rio Finale sopra Tione. Esso scendeva verso la val Rendena fino a quota 1000 m circa; le morene mostrano chiaramente di essere più recenti di quelle del ghiacciaio di val Rendena sopra menzionato. Lo stadio di Gschnitz sembra sia stato caratterizzato da numerose pulsazioni: vari sono gli apparati morenici disposti lungo le valli anche abbastanza distanti tra loro, tanto è vero che nell'opera si parla di un "gruppo di oscillazioni di Gschnitz". Durante questo periodo esistevano, all'interno delle vallate principali, ghiacciai cospicui che dal massiccio dell'Adamello scendevano verso la val Rendena. Il più lungo ha lasciato belle morene di sponda ad

est di Pinzolo. Appartengono a questo gruppo anche i bei sistemi morenici frontali presso i laghi di San Giuliano e Garzonè. Ben diffuse e conservate sono le morene del successivo stadio di Daun; nella zona descritta nella monografia si ricordano quelle del ghiacciaio di Nardis. Il limitrofo gruppo di Brenta è considerato in questo lavoro solo nella allegata carta dei ghiacciai stadiali; di essi vengono riportati i presunti limiti delle glaciazioni di Gschniz, di Daun ed alcuni depositi glaciali. Nel lavoro, sono stati inoltre determinati gli antichi limiti delle nevi permanenti, durante gli stadi sopramenzionati calcolati utilizzando le evidenze di margine glaciale rilevate. Oltre ad una carta di sintesi generale, l'opera è corredata da una serie di accurati schizzi geomorfologici a media scala riferiti alle singole vallate dell'Adamello.

Ceri G., Luchesa S., Pizzedaz G. (1973) *Notizie litostratigrafiche e geomorfologiche sul territorio del Parco Adamello Brenta. L'ambiente naturale ed umano dei Parchi del Trentino, Provincia Autonoma di Trento: pp. 33-90.*

Il lavoro costituisce un capitolo collocato nella monumentale monografia interdisciplinare che riguarda i parchi del Trentino. Una buona parte di essa è dedicata al parco naturale Adamello Brenta. Il capitolo inizialmente si occupa della descrizione degli affioramenti rocciosi e quindi della serie stratigrafica presente nel Parco. Alcune delle litologie descritte sono oggi cambiate per quanto riguarda l'interpretazione e la suddivisione. Di particolare interesse risulta invece il sotto capitolo intitolato tettonica e geomorfologia. Il territorio esaminato è suddiviso in nove aree ed in ciascuna di esse vengono individuati un notevole numero di punti di osservazione che contengono esclusivamente descrizioni di tipo geomorfologico e quaternaristico.

Comitato Glaciologico Italiano, Consiglio Nazionale delle Ricerche (1962) *Catasto dei Ghiacciai Italiani, Ghiacciai delle Tre Venezie (escluso Ortles Cevedale) e dell'Appennino. Vol. 4: pp. 40-56.*

Si tratta dell'ultimo di quattro volumi della nota monografia, nella quale sono inserite le schede di tutti i ghiacciai italiani censiti al 1962. Rappresenta il primo punto di riferimento ufficiale e completo a cui si fa spesso riferimento per le valutazioni delle variazioni areali e frontali dei ghiacciai. Il volume in oggetto raccoglie i dati per le tre Venezie; sono quindi in esso descritti e cartografati tutti i ghiacciai noti al 1962 presenti all'interno del PNAB.

Comitato Glaciologico Trentino, Parco Adamello Brenta (1994) *I ghiacciai del Parco Naturale Adamello Brenta*. Nuova Stampa Trento: 126 pp.

Opera completamente realizzata per il Parco Naturale Adamello Brenta dai numerosi operatori (57) del Comitato Glaciologico Trentino CAI – SAT. Amplia la monografia di alcuni anni precedenti (Bombarda, 1996) prendendo in considerazione la totalità dei ghiacciai presenti nel PNAB. Una prima parte conduce il lettore nel mondo della glaciologia parlando di tutela dei ghiacciai, toponomastica, loro uso sociale, per poi entrare nello specifico della ricerca glaciologica nel Parco con i casi di studio del Mandron, Prà Fiori e Cop di Breguzzo. Il quadro generale delle variazioni storiche dei ghiacciai del PNAB precede una ampia collezione di schede con i tradizionali riferimenti e parametri, una o più fotografie di ogni singolo ghiacciaio e la mappatura su CTR.

Dal Piazz G.B. (1935) *Antichi depositi morenici presso Madonna di Campiglio nel Trentino Occidentale*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, 15, pp. 57-60.

Breve nota, soprattutto effettuata con il solo scopo di segnalazione, che indica il ritrovamento di alcune morene antiche, molto ben conservate nei pressi del lago di Nambino. In particolare si tratta di un apparato morenico con un poderoso arco frontale che si collega con altri cordoni laterali ben espressi. Il sistema, sulla base del confronto tra il limite delle nevi che allora (1935) si attestava intorno ai 2850 m, viene riferito allo stadio di Gschnitz sulla base di un calcolato abbassamento del limite delle nevi di circa 550 m. Altro notevole argine morenico è segnalato nella zona dell'Alpe Zeledria, ed appare cosparso di grossi massi erratici. Anche in questo caso chiari sono i raccordi tra questa unità morfologica ed altri lembi di argini morenici laterali. La successione di argini individua a luoghi piccoli bacini lacustri; ne è un esempio il lago delle Malghette. Una terza segnalazione riporta la presenza di altri depositi glaciali nei pressi di malga Vigo; anche in questo caso il deposito viene cronologicamente associato ad un abbassamento del limite delle nevi di 520 m. L'autore rileva che a monte dei vari argini morenici frontali, si sono generate numerose zone pianeggianti, entro le quali l'idrografia vaga non caratteristici meandri dando luogo ad estesi acquitrini. L'accurata descrizione delle varie situazioni, suggerisce spunti di riflessione per individuare zone chiave in corrispondenza delle quali tentare di effettuare indagini di cronologia assoluta (suoli sepolti).

De Battaglia F., Carton A., Pistoia U. (2013) *Dolomiti di Brenta*. CIERRE Ed.: 400 pp.

Il libro descrive a 360° le Dolomiti di Brenta, forse le montagne più conosciute dell'arco alpino: alla loro notorietà contribuiscono la straordinaria varietà, ricchezza e magnificenza degli ambienti naturali, una gloriosa storia alpinistica e, infine, la presenza di celebri località turistiche di antica tradizione. Il volume ne racconta la storia, valorizzando le specificità e le articolazioni attraverso capitoli, riccamente illustrati, affidati a geografi, naturalisti, storici, giornalisti, fotografi e alpinisti. Il libro è distinto in sezioni: i quadri della Natura, la montagna, gli uomini, la storia e il Genius loci. Nella prima parte è descritto l'ambiente naturale, ed è qui che sono concentrate le maggiori informazioni che riguardano la geomorfologia, il glacialismo e la geologia del Gruppo montuoso. La seconda parte riguarda la storia, compresa quella alpinistica, le vicende irredentistiche, quelle toponomastiche e quelle del Parco naturale. L'ultimo capitolo indaga i motivi che fanno del Brenta un gruppo unico nell'immaginario, nell'iconografia e nella letteratura.

Ferretti P., Borsato A. (2006) *Geologia e geomorfologia della valle e del lago di Tovel*. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Biologica, 81 (2004), Suppl.2: pp. 173-187.

L'articolo appartiene a una monografia multidisciplinare, tutta dedicata al lago di Tovel. In particolare nel terzo capitolo vengono sviluppate le tematiche geologiche, idrogeologiche, idrologiche, idrodinamiche, meteorologiche e climatiche del Lago. Ed è appunto qui che trova collocazione la descrizione geologica e geomorfologica in oggetto. La Val di Tovel è incisa entro una successione calcareo-dolomitica di età norico-giurassica potente oltre 2000 m. Le morfologie prevalenti sono legate all'erosione glaciale nel corso del Quaternario e ai fenomeni carsici evidenti soprattutto nella parte alta della valle dove l'idrografia superficiale è del tutto assente. Il Lago di Tovel si trova a 1177 m s.l.m. all'interno della "marocca" di Tovel, costituita da depositi glaciali relativi alla fase di ritiro dell'ultima glaciazione e originatisi in seguito all'accumulo di megafanamenti sopra il ghiacciaio. Questo si evolse successivamente in ghiaccio morto la cui fusione generò un tipico paesaggio a dossi e depressioni (kettle holes), la più estesa delle quali ospita il lago. Lo studio dendrocronologico di alcuni tronchi radicati ritrovati a -18 m di profondità rispetto al livello lacustre attuale evidenzia un rapido innalzamento del livello nel 1597 AD (Oetheimer 1989), causato dall'ostruzione per frana del paleoemissario che scorreva tra il Dosso del Lago e il versante occidentale del Monte Alto.

Ferretti P., Borsato A. (2006) *Studio idrogeologico della Valle e del Lago di Tovel*. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Biologica, 81 (2004), Suppl.2: pp. 189-203.

Anche questo articolo appartiene a una monografia multidisciplinare, tutta dedicata al lago di Tovel. Il bacino lacustre sottende un'area di 40,6 km² caratterizzato da un'idrologia carsica nella parte alta, e pseudocarsica all'intorno del lago dovuta alla presenza di un potente accumulo di depositi glaciali porosi. Tutta l'area è stata indagata attraverso sette prove in continuo con traccianti chimici nelle annate 2002-2004. I test hanno stabilito che la maggior parte degli afflussi al lago proviene dalle sorgenti perilacuali facenti capo all'acquifero poroso alimentato dal Torrente S. Maria Flavona che 1 km a monte del lago scompare nella depressione della Pozzol di Tuenno. Test eseguiti in differenti regimi idrici tra l'inghiottitoio della Pozzol e le sorgenti perilacuali hanno evidenziato velocità massime tra 0,75 e 5 m h⁻¹ e una durata di restituzione dei traccianti compresa tra 20 e >100 giorni. I test eseguiti nel tratto mediano della valle indicano l'esistenza di un reticolo carsico poco profondo tra l'altipiano di Campo Flavona e la sorgente del Torrente S. Maria Flavona con velocità massime di 200 m h⁻¹. Tre test nella parte alta della valle, caratterizzata da morfologia glaciocarsica e con idrografia superficiale assente, sono risultati negativi, facendo supporre che quest'area presenti un drenaggio carsico più profondo, diretto al di fuori dal bacino idrogeologico del lago.

Frisia S., Borsato A. (1994) *Composizione, precipitazione e dissoluzione di carbonati subglaciali nelle Dolomiti di Brenta. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Geologica, 69 (1992), Trento: pp. 37-50.*

Si tratta di un interessante studio sui carbonati subglaciali che si formano sotto i ghiacciai che scorrono su rocce carbonatiche. Ovviamente il fenomeno è tipico solo nel Gruppo di Brenta. La loro presenza è dovuta alla pressione esercitata dall'incontro tra il ghiaccio alla base del ghiacciaio ed un piccolo ostacolo sufficiente ad abbassare il punto di fusione poiché viene rilasciato il calore latente di congelamento. Si formano in questo modo patine di carbonato biancastro concentrate soprattutto immediatamente a valle di piccole asperità della roccia, formando croste spesse fino a qualche centimetro. Si notano immediatamente davanti alle attuali fronti dei ghiacciai ed hanno durata effimera. Nel lavoro gli autori hanno eseguito anche una ricostruzione delle posizioni del fronte dei ghiacciai in cui sono presenti queste particolari incrostazioni (XII Apostoli, Prà Fiorito, Agola, Tuckett) ed hanno verificato che i depositi in questione si osservano solamente a monte delle posizioni frontali dei ghiacciai del 1938. Si può quindi affermare che le "croste di carbonato" non resistono più di 55 anni all'esposizione degli agenti meteorici.

Fuganti A. (1969) *Studio geologico di sei grandi frane di roccia nella regione Trentino Alto Adige (Marco, Molveno, Prà del Finonchio, Magrè, Sasso Englar, Rasciesa)*. Memorie del Museo tridentino di Scienze Naturali, 17 (3): 72 pp.

Il lavoro riporta le caratteristiche geologiche e geometriche di sei grandi frane in roccia di età quaternaria affioranti nel Trentino - Alto Adige. Tra queste, solo quella del Lago di Molveno ricade nell'area di interesse del Geoparco Adamello Brenta. Dopo un richiamo agli studi precedenti (Vecchia, 1953; Marchesoni, 1954; Marchesoni 1958) vengono descritte le condizioni strutturali della zona e le rocce affioranti. I depositi quaternari sono rappresentati da alluvioni antiche, depositi di frana, conoidi di deiezione e detrito di falda. I primi affiorano in un piccolissimo lembo al margine meridionale della frana e ricoprono, verso quota 700, i calcari del Cretaceo. Sono correlabili per composizione e giacitura ai vasti affioramenti di alluvioni definite "dell'interglaciale Riss-Wurm", presso S. Lorenzo in Banale. I depositi di frana, che affiorano sul fondovalle e nella parte bassa del versante sinistro, occupano un'area di circa 4 Km²; sono costituiti da elementi angolosi di rocce carbonati che giurassiche di volume vario da frazioni di centimetro cubo a 20-30 m³. Secondo l'Autore, la morfologia superficiale del corpo di frana risente delle forme della superficie topografica su cui si adagia. Lo spessore massimo dell'accumulo, valutabile sui 125 m (Vecchia, 1953), si realizza nella parte orientale del deposito, ed il volume complessivo non dovrebbe essere inferiore ai 200 milioni di m³. Non è stato stabilito se la frana di Molveno costituisca un unico episodio o se si tratti di più eventi scivolati in riprese successive. La sommersione quasi improvvisa di una foresta, ritrovata sul fondo del lago, (Marchesoni, 1954, 1958) fa propendere per un grande franamento unitario eventualmente preceduto o seguito da episodi minori. Secondo Autori precedenti l'episodio sarebbe avvenuto tra il 900 ed il 1000 per situazione di instabilità (sostegno manco) di strati a franappoggio incombenti su una profonda incisione dell'alveo, avvenuta dopo il ritiro dei ghiacciai wurmiani. Al margine occidentale del Lago di Molveno, depositi di conoide ricoprono in parte il sopracitato corpo di frana, mentre alla base del versante destro della valle una massa di detriti angolosi di rocce giurassiche e triassiche costituisce una fascia quasi continua di detrito di falda.

Gobbi M., Ballarin F., Compostella C., Lencioni V., Seppi R., Tampucci D., Caccianiga M. (2014) *Physical and biological features of an active rock glacier of the Italian Alps. The Holocene*, 24 (11): pp. 1624-1631. DOI: 10.1177/0959683614544050.

L'articolo riguarda il rock glacier dell'Amola, situato sul versante sinistro dell'omonima valle. Per questo rock glacier erano disponibili dati di spostamento dal 2001 e dati di temperatura

della superficie del suolo dal 2004. Scopo del lavoro era comprendere se le caratteristiche fisiche del rock glacier (granulometria del substrato, temperatura del suolo, velocità di spostamento) influenzassero la tipologia e la distribuzione spaziale delle specie vegetali e di artropodi che colonizzano questa forma. È stato inoltre effettuato un confronto con i versanti limitrofi, allo scopo di comprendere se le caratteristiche microambientali del rock glacier sono in grado di influenzare l'assortimento di specie di artropodi. I risultati hanno mostrato che la distribuzione della vegetazione è influenzata principalmente dalla granulometria. La distribuzione degli artropodi è influenzata dalla granulometria, ma sono state riscontrate alcune specie adattate ad ambienti freddi tra i grandi blocchi del rock glacier, caratterizzati da temperatura considerevolmente più basse delle aree con granulometria più fine. I rock glacier, con il loro particolare regime termico, potrebbero costituire delle aree-rifugio per specie adattate ad ambienti freddi in una fase di riscaldamento climatico.

Ischia N. (1991) *Nota sulla grotta del Valon, N 1210 VT. Natura Alpina, 41(2-3): pp. 137-139.*

Il lavoro è inserito in un corposo volume (due numeri) della rivista "Natura Alpina" che raccoglie gli atti del IX Convegno Regionale di Speleologia del Trentino – Alto Adige. Nello specifico, l'autore riporta alcune fotografie dell'imbocco e dell'interno della cavità, ed una planimetria/sezione. La morfologia della cavità (ampiezza) caratterizzata da sezioni trasverse rotondeggianti e dall'apparente mancanza di una forra di approfondimento, suggerisce che anticamente doveva essere percorsa da flussi cospicui. Lo sviluppo della grotta quindi deve essere avvenuto solo in condizioni idrologiche completamente diverse da quelle attuali, tale ipotesi è suffragata anche da altre cavità d'alta quota del Gruppo di Brenta interpretabili come relitti di una precedente diversa idrografia.

Ischia N. (1991) *Il complesso carsico delle Moline (S. Lorenzo in Banale, Gruppo di Brenta). Natura Alpina, 41(2-3): pp.79-90.*

Anche questo lavoro è inserito in un corposo volume (due numeri) della rivista "Natura Alpina" che raccoglie gli atti del IX Convegno Regionale di Speleologia del Trentino – Alto Adige. Il complesso carsico delle Moline viene descritto esaurientemente anche in considerazione che ad esso fanno capo alcune sorgenti di grossa portata che permettono l'accesso ad un sistema esplorabile per più di 550 m. Il sistema fu manomesso artificialmente con lo scopo di catturare le acque carsiche e di immetterle per caduta nel lago di Molveno. L'articolo è corredato da una visione esterna in corrispondenza della magnifica piega a ginocchio del M. Moline, e da una serie di

particolari dell'interno (gallerie in prevalenza). Correda il tutto una serie di tradizionali sezioni e planimetrie. La forma del reticolo ipogeo, dove è riconoscibile, permette di individuare un'originaria morfologia sia a tratti vadosi che freatici con sezioni perfettamente ellittiche anche in tratti in forte discesa. Altre evidenze (dislocazioni), documentano piani che hanno guidato lo sviluppo del carsismo, mentre alcuni blocchi stalagmitici fratturati e parzialmente ricementati, suggeriscono assieme ad una serie di forme tettoniche, presenti all'esterno del sistema carsico, riattivazioni <<recenti>> di faglie preesistenti.

Marchesoni V. (1954) *Il lago di Molveno e la foresta riaffiorata in seguito allo svaso. Studi Trentini Scienze Naturali*, 31: pp. 9-24.

Il ritrovamento e la distribuzione dei lembi della foresta, ancora in parte in piedi per quanto riguarda le resinose, riaffiorata in seguito allo svaso artificiale del Lago di Molveno, escludono uno sbarramento glaciale del bacino lacustre. L'evento che lo ha formato è una frana di gigantesche proporzioni. L'identico stato di conservazione dei residui dell'antica foresta sia sul fondo del lago (quota 707-710 m) che nelle porzioni più elevate delle sponde (quota 800 m) è un dato che conferma l'unicità dell'episodio che ha permesso l'affogamento simultaneo del bosco. Questo non esclude l'esistenza di altri episodi franosi anche in epoca recente, ma sempre quando il lago era già formato. L'Autore ipotizza che lo sbarramento sia stato facilitato da un preesistente deposito glaciale. Il rinvenimento di attività antropica su un tronco radicato a quota 763 m fa ipotizzare che la formazione del bacino si debba ricercare tra l'ultima progredita età del Ferro ed i primordi dell'età storica. Pur ammettendo che le cause dei franamenti siano dovute al mancato sostegno del ghiacciaio, l'Autore afferma che, come ha dimostrato lo studio in oggetto e così come ipotizzava il Trener (Trener, 1924), la formazione dei grandi fenomeni franosi di Molveno ma anche della val del Sarca e dell'Adige, sia da ricercare in tempi più recenti a quelli dell'immediata deglaciazione.

Marchesoni V. (1958) *La datazione col metodo del carbonio 14 del lago di Molveno e dei resti vegetali emersi in seguito allo svaso. Studi Trentini Scienze Naturali*, 35 (2-3): pp. 95-98.

Il lavoro segue quello di MARCHESONI (1954), e serve per validare l'ipotesi dell'età della frana di Molveno, visto che le correlazioni stabilite in base all'andamento delle curve di statistica pollinica ed i criteri basati su reperti archeologici non possono assumere grande precisione specie in zone montane, nelle quali vi è diversità di condizioni ambientali. Sono stati datati alcuni pezzi di tronco che hanno fornito una data di 2908 ± 153 anni B.P. Tale valore fa risalire al 1000-800 a.c. l'evento franoso, cioè alla prima età del Ferro. Alla luce di questi fatti, l'Autore afferma che i

manufatti ritrovati sono più consoni con la prima età del ferro e non con la seconda come aveva ritenuto nel suo primo lavoro Marchesoni (1954)

Marchetti V. (1973) *Ghiacciai*, in «L'ambiente naturale ed umano dei Parchi del Trentino, Provincia Autonoma di Trento: pp. 151-180.

Il lavoro costituisce un capitolo collocato nella monumentale monografia interdisciplinare che riguarda i parchi del Trentino. Una buona parte di essa è dedicata al parco naturale Adamello Brenta. Il compito di raccontare la storia glaciale del PNAB e di descrivere alcuni dei suoi ghiacciai più importanti fu affidato a Vigilio Marchetti, storico operatore glaciologico della SAT, che per decenni seguì e coordinò in Trentino le campagne glaciologiche. Data la quantità di argomenti contenuti nell'opera, all'aspetto glaciale non è stato dato molto spazio; ciò nonostante dal capitolo si possono evincere interessanti informazioni sul ghiaccio del Mandron, Lobbia, Fargorida, Lares, per quanto riguarda il gruppo dell'Adamello. Per la Presanella, è descritto il ghiacciaio di Nardis (del quale si riporta anche una interessante tavola che raffigura in nove miniature le sue oscillazioni stadiali e recenti), la Vedretta dell'Amola, di Cornisello. I ghiacciai minori vengono invece più sommariamente citati in relazione alle rispettive valli che li ospitano. Di esse l'autore narra le vicende glaciali e segnala la presenza di eventuali depositi glaciali o argini morenici a suffragio delle ricostruzioni paleoclimatiche. Analoga documentazione/descrizione viene fornita per i ghiacciai del Brenta. Un grande valore è rappresentato dalle numerose fotografie in bianco e nero dei numerosi ghiacciai descritti, risalenti più o meno agli anni 60/70 del secolo scorso. Esse rappresentano una utile documentazione da utilizzare attualmente per la valutazione delle perdite di volume dei ghiacciai.

Marinelli O. (1923) *Sui Ghiacciai del Gruppo di Brenta*. Atti dell'8° Congresso Geografico Italiano, vol. II: pp. 37-42, 1 carta.

Si tratta di un lavoro di carattere esclusivamente glaciologico, in cui vengono prevalentemente espresse considerazioni sul limite delle nevi e sulla classificazione dei numerosi ghiacciai del gruppo. Per quanto riguarda i depositi glaciali, l'Autore evidenzia che il Gruppo di Brenta presenta un numero non trascurabile di piccoli apparati morenici posti alcune centinaia di metri più in basso degli argini posti a ridosso delle fronti presenti all'atto del rilevamento (1921). Tali depositi non possono essere riferiti alla Piccola età Glaciale. Per il Marinelli si tratta senza dubbio di morene stadiali Dauniane.

Merciai G. (1932) *I laghi di S. Giuliano in Val Rendena. Memorie Museo Storia Naturale Venezia Trid.*, 1 (34): pp. 115-130.

L'Autore prende in considerazione i due laghi (S. Giuliano e Garzonè) dal punto di vista geologico, geomorfologico e fisico. Ne descrive la topografia, l'origine, l'alimentazione, la morfometria, la trasparenza, la temperatura e la colorazione. Gli specchi d'acqua sono collocati in una unica depressione in roccia di origine glaciale. Quello più a valle è sostenuto da una soglia in roccia cui si sovrappone un argine morenico; il secondo deriva da una suddivisione dell'originale conca, a causa di uno sbarramento generato da un secondo argine morenico, più giovane del precedente. Depositi glaciali affiorano nei dintorni; gli argini posti a sostegno dei laghetti assieme ad altre evidenti tracce di glaciazione, indicano l'esistenza nella valle di tre stadiali postwurmiani.

Nicod J. (1976) *Les Dolomites de la Brenta (Italie), Karst hautalpin typique et le probleme des cuvettes glacio-karstiques. Zeitschrift Fuer Geomorphologie*, 26 Suppl. Bd.: pp. 35-57.

L'Autore considera quasi esclusivamente le forme di origine carsica, impostate nel massiccio del Brenta, che rappresenta un tipico esempio di carso di alta montagna. La zona presa in considerazione nello studio in oggetto, interessa il settore meridionale del Gruppo di Brenta. Scarsi sono i riferimenti ai depositi quaternari, per le cui descrizioni l'Autore stesso fa riferimento a studi precedenti (Trevisan, 1939; Chardon, 1972).

Oetheimer C. (1989) *Etude géomorphologique des éboulements remaniés de la Vallée de Tovel. Contribution à la connaissance des «marocche» du Trentin (Italie). Studi Trentini di Scienze Naturali. Acta Geologica - Trento*, 65 (1988): pp. 3-47.

Questo studio, in parte superato da ricerche più recenti effettuate con tecnologie allora non ancora presenti, proponeva, una nuova interpretazione dei depositi del lago di Tovel, una delle più grandi «marocche» della regione trentina, con una superficie di circa 4,53 km² e un volume stimato tra 200-280 x 10⁶ m³). L'accumulo consiste in un caotico miscuglio di blocchi calcarei angolari (diametro massimo 40 m) che occupano il fondo della valle di Tovel tra le quote di 1800 e 1025 m. L'ipotesi di una "rielaborazione" glaciale è stata ricostruita attraverso alcuni parametri discriminanti di tipo geomorfologico di cui i più importanti sono: la varietà litologica dei detriti e l'esistenza di affioramenti morenici. Questo punto fondamentale consente di mettere da parte l'ipotesi allora generalmente accettata di una recente frana. Tuttavia, la natura caotica della copertura detritica di

megabloccchi, suggerisce un'alimentazione attraverso più valanghe di roccia (nel complesso 4-6). Le condizioni litostrutturali sono ritenute il fattore base per spiegare l'instabilità dei pendii rocciosi e in questa prospettiva, eventuali fenomeni catalizzatori hanno avuto un ruolo secondario. L'età della fase di deposito viene collocata durante l'inizio del "old Dryas" (intervallo tra gli stadi di Steinach e Buhhl). Questo risultato di datazione induce a riconsiderare la distribuzione temporale delle frane nel Trentino occidentale. Permette di distinguere provvisoriamente due periodi di accadimento: il primo nel "old Dryas" durante la fase cataglaciale a e il secondo nell'Olocene superiore (± 2900 BP-XV, XVII c.). Il deposito è stato descritto come una frana «morenizzata», che contiene l'impronta generale della rielaborazione.

Oetheimer C. (1992) *La foresta sommersa del lago di Tovel (Trentino): reinterpretazione e datazione dendrocronologia. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica - Trento, 67 (1990): pp. 3-23.*

Il lavoro rappresenta una rivisitazione da parte dello stesso autore di una sua prima ipotesi presentata in Oetheimer (1989). La rielaborazione glaciale nel tardo Wurm delle frane che hanno formato il lago Tovel è confermata in contraddizione con la teoria di un'origine catastrofica durante il periodo medievale. Formata in un contesto morfoclimatico di deglaciazione, il bacino lacustre (1177 m) è attribuito allo scioglimento di ghiaccio morto. Sulla base di questa osservazione, l'autore propone una nuova interpretazione dei restanti tronchi radicati nel lago. Specifica che si è verificato un innalzamento del livello del lago di almeno 21 m, sommergendo 23 ettari di biocenosi forestale. Una simile evoluzione paleoidrologica è stata dimostrata nella stessa regione al lago di Tenno. L'analisi dendrocronologica di un abete secolare (*Abies alba* Mill.), radicato a -18 m, ha permesso di datare questa catastrofe idrologica alla fine del 1597 - inizio 1598 d.C. Allo stesso tempo, l'asfissia dei tronchi vicino alla superficie del lago indica che la velocità di innalzamento delle acque ha raggiunto rapidamente il livello di tracimazione provocando l'attuale uscita superficiale. Questo nuovo equilibrio idrologico ha profondamente modificato l'ecosistema lacustre.

Payer J. (1865) *Die Adamello-Presanella Alpen nach den Forschungen und Aufnahmen. Petermanns Geogr. Mitt. Ergänzungs-Hefte, II, (17): 36 pp.*

Questo lavoro documenta l'attività scientifica ed esplorativa svolta dopo la metà dell'800 dall'ufficiale dell'esercito austriaco Julius Payer nel Gruppo Adamello Presanella. Il manoscritto è arricchito da una celebre illustrazione che mostra le fronti dei ghiacciai dell'Adamello/Mandrone e

della Lobbia, che quasi si toccano nella Piana di Bedole, da numerose illustrazioni di carattere topografico e geologico e da una carta topografica alla scala di 1:56000. Il testo si compone di varie parti che descrivono il gruppo montuoso dal punto di vista geografico, orografico, glaciologico, geologico ed alpinistico e si sofferma in particolare nella descrizione analitica dei principali ghiacciai (Adamello/Mandrone, Lobbia, Lares, Fargorida, Fumo, Salarno, Adamè, Narcane). Il gruppo della Presanella viene descritto soprattutto dal punto di vista geografico e geologico, mentre viene rivolta meno attenzione alla descrizione dei ghiacciai. Un capitolo a parte è dedicato alla descrizione della Val Genova. L'ultima parte del testo riguarda la descrizione alpinistica delle salite a varie cime del gruppo montuoso, tra le quali la prima ascensione in assoluto del Monte Adamello, avvenuta il 15 settembre 1864.

Petrucci F., Cavazzini R. (1992) *Il quaternario del Trentino sud-occidentale; carta geomorfologica e dei depositi quaternari tra la val Rendena e Cima Tosa Castel dei Camosci (Gruppo di Brenta)*. Il Quaternario, 5(2): pp. 163-172.

Si tratta di una nota a corredo di una carta geomorfologica e dei depositi quaternari che interessa il territorio tra la val Rendena e Cima Tosa – Castel dei Camosci per una superficie di circa 100 Km². Gli studi, oltre ad aver identificato le correnti di deflusso glaciale, hanno permesso di cartografare e caratterizzare vari tipi di depositi quaternari. Questi sono in genere poco potenti ed in affioramenti discontinui con diverse facies di ambiente continentale, dal glaciale al postglaciale. Depositi glaciali attribuibili all'ultimo pleniglaciale sono presenti in val Rendena a quote comprese tra i 700 ed i 1600 m. Analoghi depositi affiorano in val d'Algone tra 900 e 1750m. Gli affioramenti, pur non assumendo l'aspetto di argini, sono allineati lungo fasce alle quote citate. Depositi tardoglaciali, con materiali litoidi locali, sono presenti sempre in Val Rendena e sembra non superino la località di Pelugo. Depositi stadiari più recenti sono presenti nelle valli confluenti in val Rendena poco a sud di Pinzolo. Sui contrafforti di Cima Tosa si trovano cerchie recenti ed attuali. Ampie conoidi definite "attive" raccordano le valli secondarie con il fondovalle dell'Algone e della Rendena, affiancandosi e/o sovrapponendosi ad estesi depositi fluviali. Il lavoro è corredato di una carta geomorfologica.

Riccoboni A. (1974) *Sullo svolgimento delle osservazioni glaciologiche nel Gruppo di Brenta*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, N. 22: pp. 49-58.

Il lavoro esula dalle tradizionali relazioni delle campagne glaciologiche, ma rappresenta un excursus storico, come suggerisce il titolo, sulla ricerca glaciologica nel gruppo di Brenta. Il lavoro

è dedicato alla memoria del prof. Leonardo Ricci e delinea le tappe della conoscenza dei ghiacciai del Gruppo attraverso gli autori che se ne sono occupati. Partendo dalle notizie fornite da Pajer (1869) si giunge al primo lavoro organico, fornito da Richter (1888) per proseguire con le prime ricerche continuative sul terreno compiute da Marinelli e Ricci. Esse, solo in minima parte divulgate, sono documentate anche da un manoscritto inedito ed incompleto del Marinelli (1926) nel quale viene detto che “ci si propone di pubblicare almeno parzialmente dato il suo valore scientifico”. Il lavoro si conclude con una rapida citazione dei più recenti contributi e con alcuni dati di ritiro riguardanti un sessantennio. Nel lavoro sono raccolte tre immagini di manoscritti di Marinelli, e Ricci.

Salvatore C., Baroni C., Carton A. (2009) *The glaciers of the Adamello Presanella Group and recent climatic variation*. P. 137 III National AIGeo Conference, Modena, Alta Badia 13-18 Settembre 2009. ISBN 978-88-900094-7-1 SAP Srl.

Il lavoro, presentato come poster ad un convegno, fornisce una sintesi degli studi fino a quel momento fatti dagli autori, nel Gruppo Adamello Presanella. In particolare si sottolinea che gli oltre cento corpi glaciali del Gruppo Adamello-Presanella sono sensibili indicatori ambientali, che hanno prontamente risposto ai cambiamenti climatici. Le loro dimensioni vanno da circa 1800 ettari del Ghiacciaio dell'Adamello (nel 1983 DC) a pochi ettari dei ghiacciai più piccoli che nidificano nelle aree protette. Essi rappresentano una risorsa idrica rilevante e strategica, disponibile, facilmente accessibile e non sostanzialmente inquinata. Lo scioglimento di questi ghiacciai durante l'estate regola il flusso dei fiumi Adige, Oglio, Sarca e Chiese, concorrendo per mantenere l'equilibrio nei livelli dei laghi prealpini (laghi di Garda, Iseo e Idro). L'importanza dei ghiacciai, vista come una risorsa naturale, è sottolineata dal loro intenso sfruttamento per la generazione di energia idroelettrica, per scopi agricoli, per consumo civile e industriale. Inoltre, i ghiacciai sono sistemi naturali che possono fornire informazioni utili sulla storia ambientale e sul clima in una determinata regione. Utilizzando i dati raccolti dagli operatori del CGI sono state ricostruite le curve t/d dei ghiacciai monitorati. Un controllo prezioso dei dati proviene dall'analisi di vecchie fotografie, mappe topografiche multitemporali, aerofotografie e immagini satellitari. Tra il tempo di massima estensione glaciale registrato nella prima metà del diciannovesimo secolo (la fase finale della piccola era glaciale) e il 2007, i ghiacciai del gruppo Adamello-Presanella hanno subito una riduzione netta dell'area di circa 40%. Un confronto tra la situazione presente durante il periodo della Grande Guerra e l'attuale, i ghiacciai hanno avuto un abbassamento che in alcuni casi è stato anche di oltre 70 m, come documentato dalla posizione del rifugio "Ai Caduti dell'Adamello"

rispetto all'attuale superficie glaciale. Con riferimento al Ghiacciaio della Lobbia, la variazione del limite delle nevi tra il periodo di massima espansione della Piccola Età Glaciale e il 1983 è aumentata di circa 75 m. Questo aumento, se riferito ad una variazione di temperatura, corrisponderebbe ad un aumento di circa 0,45 ° C in media all'anno tra la piccola era glaciale e l'età del 1983. Inoltre, negli ultimi anni, molti ghiacciai si sono stati trovati completamente al di sotto del limite delle nevi perenni, con conseguenti riduzioni areali e volumetriche più significative.

Seppi R. (2001) *Rock glaciers. Adamello Brenta Parco*, 5 (1): pp. 2-5.

Si tratta di un breve articolo scritto per la rivista del PNAB che riporta i primi risultati di una ricerca finanziata dal parco alla SAT di Trento e condotta dal Comitato Glaciologico Trentino. La ricerca aveva come obiettivo il censimento e lo studio dei rock glacier del territorio protetto. Nell'articolo sono descritte le caratteristiche fondamentali di queste particolari forme del paesaggio legate alla morfogenesi periglaciale. Viene riportata una prima stima della diffusione di queste forme nel territorio del parco e vengono messe in evidenza le aree dove sono più frequenti. In conclusione dell'articolo, viene sottolineata l'importanza dello studio dei rock glacier in quanto indicatori della presenza di permafrost negli ambienti alpini.

Seppi R., Baroni C., Carton A., Bassi L. (2006) *Caratteristiche morfodinamiche di due rock glaciers attivi nel Gruppo Adamello-Presanella*. Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Geologica, 81 (2004): pp. 75-85. ISSN 0392-0534.

In questo lavoro sono presentati i risultati dei rilievi topografici multi-temporali su due rock glacier nel Gruppo Adamello-Presanella dal 2001 al 2004, allo scopo di verificarne lo stato di attività e di studiarne in dettaglio le caratteristiche dinamiche. I rock glacier sono situati in Val di Genova (RG Maroccaro) e Val d'Amola (RG Amola) e sono collocati al limite superiore e inferiore della fascia di esistenza delle forme presunte attive sulla base delle caratteristiche geomorfologiche. Su ciascuno di essi è stata impostata una rete di rilevamento costituita da 25 massi. Lo spostamento medio nell'intero periodo di monitoraggio (2001-2004) è risultato di 0,15 m anno⁻¹ (Maroccaro) e di 0,10 m anno⁻¹ (Amola). Su entrambi i depositi è stato possibile individuare gruppi di punti caratterizzati da spostamenti omogenei. Nel caso del rock glacier dell'Amola, le caratteristiche geomorfologiche del settore frontale confermano il modello differenziato di comportamento dinamico evidenziato dalle misure topografiche. Il settore sinistro della fronte (0,15-0,18 m anno⁻¹) è caratterizzato da un lobo rigonfio e da una scarpata ripida e instabile, con scarsa copertura

vegetale. In entrambi i rock glacier, il modello di spostamento dei massi si è conservato nei due intervalli di tempo nei quali si è svolta l'indagine (2001-2002 e 2002-2004). È stata tuttavia osservata una generale accelerazione dello spostamento nel secondo intervallo di tempo, soprattutto nel caso dei massi caratterizzati dalle maggiori velocità.

Seppi R. (2007) *Ghiaccio, morfologie glaciali e permafrost nella ricostruzione climatico-ambientale del Trentino. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica, 82 (2005): pp. 73-84. ISSN 0392-0534.*

L'articolo presenta una breve rassegna delle informazioni paleoclimatiche e paleoambientali che possono essere ottenute dallo studio dei ghiacciai, delle morfologie glaciali e del permafrost, con particolare riferimento alle potenziali fonti di dati disponibili nel territorio alpino del Trentino. Alcuni esempi e casi di studio situati nel territorio del PNAB. Importanti informazioni paleoambientali sono state recentemente ricavate dall'analisi delle carote di ghiaccio estratte sia nelle regioni polari che nelle Alpi. Tale archivio non è tuttavia disponibile in Trentino, dal momento che i ghiacciai presenti non hanno le caratteristiche fisiche adatte a indagini di questo tipo. In Trentino sono localmente ben documentate le variazioni glaciali recenti (Olocene), e le principali avanzate sono state datate con ^{14}C . Lo studio delle morfologie risalenti alle ultime avanzate glaciali (Olocene) è quindi un'importante fonte di informazioni per le ricostruzioni paleoambientali ed è un settore di indagine potenzialmente molto promettente per il Trentino. Le ricerche sul permafrost, sulle informazioni paleoclimatiche che esso può fornire e sulle forme relitte connesse con la sua antica presenza (rock glacier) sono state sviluppate in limitati settori del territorio trentino e potrebbero ricevere ulteriore impulso con l'avvio di progetti di monitoraggi sistematici e a lungo termine.

Seppi R., Carton A., Baroni C. (2010) *Rock glacier relitti e antica distribuzione del permafrost nel Gruppo Adamello Presanella (Alpi Centrali). Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences 23(1): pp. 137-144. IT ISSN 0394-3356, 2010.*

L'antica e l'attuale quota del limite inferiore del permafrost nel Gruppo Adamello Presanella (Alpi Centrali) sono state definite utilizzando un catasto dei rock glacier. Il catasto, basato sull'esame di fotografie aeree e su rilievi di terreno, documenta la presenza di un totale di 216 rock glacier, 128 dei quali sono stati classificati come relitti. Le forme relitte hanno un corpo appiattito, una scarpata frontale poco ripida e sono caratterizzate dalla presenza di numerose cavità. Nella

maggior parte dei casi la superficie è coperta da una densa vegetazione e la loro fronte raggiunge l'attuale limite superiore degli alberi. La distribuzione delle forme attive/inattive consente di stimare un limite inferiore del permafrost attualmente collocato a circa 2500 m s.l.m., una quota 430 m più elevata di quella suggerita dalle forme relitte. Nell'area studiata non esistono stime dell'età delle forme relitte basate su datazioni cronologiche, tuttavia è stato possibile confrontare la distribuzione dei rock glacier relitti con l'estensione dei ghiacciai durante il Tardoglaciale, utilizzando una cartografia ottenuta dalla distribuzione delle morene. Il confronto consente di stimare un'età posteriore allo stadio di Gschnitz per la maggior parte dei rock glacier relitti (87 su 128). Poiché, a scala regionale, il limite inferiore del permafrost discontinuo è collocato ad una quota che corrisponde con l'isoterma media annua dell'aria di $-1/-2^{\circ}\text{C}$, la differenza di temperatura media annua che corrisponde alla differenza di quota della fronte tra rock glacier attivi/inattivi e relitti può essere stimata utilizzando il gradiente medio di temperatura dell'aria calcolato per questo gruppo montuoso, pari a $0,59^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. La differenza di quota delle fronti dei rock glacier coincide con una differenza di temperatura media annua di circa $2,5^{\circ}\text{C}$ e varia da circa $2,4^{\circ}\text{C}$ sui versanti esposti a N a circa $2,7^{\circ}\text{C}$ su quelli esposti a sud. Questi dati forniscono una stima della differenza di temperatura media annua dell'aria intercorsa tra il Tardoglaciale (quando i rock glacier attualmente relitti erano attivi) e il presente.

Seppi R., Baroni C., Carton A., Dall'Amico M., Rigon R., Zampedri G., Zumiani M. (2011) Chapter 3.12: Case studies in the European Alps – Amola rock glacier, Val d'Amola, Italian Alps. In: Kellerer-Pirklbauer A. et al. (eds): Thermal and geomorphic permafrost response to present and future climate change in the European Alps. PermaNET project, final report of Action 5.3: pp. 140-150. ADRA - Association pour la diffusion de la recherche alpine, ISBN 978-2903095-58-1.

Seppi R., Baroni C., Carton A., Dall'Amico M., Rigon R., Zampedri G., Zumiani M. (2011) Chapter 3.11: Case studies in the European Alps – Maroccaro rock glacier, Val di Genova, Italian Alps. In: Kellerer-Pirklbauer A. et al. (eds): Thermal and geomorphic permafrost response to present and future climate change in the European Alps. PermaNET project, final report of Action 5.3: pp. 129-139. ADRA - Association pour la diffusion de la recherche alpine, ISBN 978-2903095-58-1.

Questi due lavori riguardano le misure di spostamento e di temperatura della superficie del suolo dei due rock glacier (RG) di Maroccaro e val d'Amola, entrambi compresi nel territorio del PNAB. Si tratta di due capitoli di un report preparato nell'ambito di un progetto Alpine Space

(PermaNET) dedicato allo studio del permafrost alpino. Gli articoli presentano i risultati delle misure di spostamento dei due rock glacier dal 2001 (anno di inizio delle misure) al 2009. Sono inoltre presentati i dati di temperatura della superficie del suolo (GST) acquisiti sui due rock glacier a partire dal 2004. Il RG Maroccaro ha mostrato, nel periodo di osservazione, velocità medie comprese tra 0,08 e 0,16 m/anno, con rilevanti variazioni interannuali. I dati GST hanno mostrato una forte dipendenza dalla temperatura dell'aria e dall'evoluzione del manto nevoso. La temperatura media annua del suolo si è attestata attorno a 0°C, con variazioni interannuali fino a 1°C. Il RG di Val d'Amola è complessivamente meno dinamico del precedente (velocità medie annue comprese tra meno di 0,08 e 0,12 m/anno) ed è caratterizzato da aree più dinamiche e aree che non mostrano movimenti superficiali (in particolare il settore frontale destro) e che possono essere considerate inattive. La temperatura media annua del suolo ha mostrato valori pari a 0°C o di poco superiori, con una certa variabilità interannuale in funzione della temperatura dell'aria e dell'evoluzione del manto nevoso. La variazione del tasso di spostamento sembra collegata alle variazioni di temperatura del suolo, modulate dallo spessore e dalla durata del manto nevoso.

Seppi R., Carton A., Zumiani M., Dall'Amico M., Zampedri G., Rigon R. (2012) *Inventory, distribution and topographic features of rock glaciers in the southern region of the Eastern Italian Alps (Trentino)*. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 35: pp. 185-197. IT ISSN 0391-9838, 2012. DOI 10.4461/GFDQ.2012.35.17.

Questo articolo presenta il catasto dei rock glacier del Trentino, molti dei quali sono compresi nel territorio del PNAB. Sono stati individuati e descritti 705 rock glacier, il 25% dei quali intatti (contenenti permafrost). La distribuzione spaziale dei rock glacier tra i cinque gruppi montuosi studiati, tra i quali il Gruppo Adamello-Presanella e il Brenta, è piuttosto disomogenea, suggerendo che, oltre al clima, la litologia e la struttura del substrato siano tra i fattori determinanti nel controllare la loro genesi e il loro sviluppo. La densità più bassa è stata osservata nelle aree dominate dall'affioramento di rocce carbonatiche (ad esempio nel Gruppo di Brenta e nelle Dolomiti s.s), mentre la densità più elevata è caratteristica delle aree dove affiorano rocce metamorfiche (ad esempio nel gruppo Ortles Cevedale). I rock glacier coprono una superficie totale di 33.3 km², che corrisponde a più dell'1.4% dell'area situata sopra 1600 m s.l.m. di quota. La loro estensione totale è confrontabile con quella dei ghiacciai, che è di circa 38.3 km² (dato del 2003). La quota media dei rock glacier è pari a 2282 ±289 m s.l.m. e sono distribuiti in un intervallo altimetrico di 1440 m. La quota media delle forme intatte è di 2632 ±205 m s.l.m., quella delle forme relitte di 2169 ±211 m s.l.m. I rock glacier relitti raggiungono una quota minima di circa

1650 m s.l.m. e sono presenti fino alla quota massima di circa 2700 m s.l.m. Sopra i 2800 m s.l.m. esistono soltanto forme intatte. L'orientazione media dei rock glacier è a NE (pari a 43°), le forme intatte non mostrano una prevalente esposizione verso i quadranti settentrionali, mentre tra quelle relitte predomina l'esposizione a N. In accordo con la quota media dei rock glacier intatti, il limite inferiore del permafrost nella regione studiata sarebbe collocato ad una quota di circa 2630 m a.s.l. Tale quota varia tra 2510 m s.l.m. sui versanti esposti a Nord e 2690 m s.l.m. su quelli esposti a Sud. Il limite inferiore del permafrost nel passato, indicato dalla quota media dei rock glacier relitti, era collocato circa 450 m più in basso rispetto a quello attuale, con un valore che varia nell'intervallo di 230 m in funzione dell'esposizione. Questi dati possono fornire una stima della variazione di quota del limite inferiore del permafrost tra il presente e il periodo nel quale i rock glacier relitti erano attivi.

Tomasoni R. (2010) *Pian della Nana - Monte Peller. Storia di un paesaggio. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark. Collana Percorsi, 3: 77 pp.*

Si tratta di una guida realizzata nell'ambito della collana "Percorsi" edita dal Parco Naturale Adamello Brenta che conduce lungo un percorso ad anello che dal Rifugio Peller raggiunge Malga Tassulla, supera il passo della Forcola, scende al lago delle Salare, tocca Malga Clesera e riconduce al Rifugio Peller. Rientra negli obiettivi che la Rete dei Geoparchi si prefigge valorizzando i beni geologici e geomorfologici, al fine di accrescere nella collettività la consapevolezza del valore di questo patrimonio. La zona, ben si presta ad una frequentazione di tipo escursionistico anche dal punto di vista logistico per la presenza di rifugi, malghe e ripari e di sentieri facilmente percorribili. Lungo l'itinerario si potranno osservare la bella forma del circo glaciale del Monte Peller e i numerosi fossili incastonati nelle rocce rosse lungo il sentiero, le testimonianze di antichissime frane sottomarine fossilizzate nelle pareti del Palon e l'ampia conca del Pian della Nana con le tracce del passaggio dei ghiacciai, le spettacolari morfologie carsiche scolpite nella roccia e le testimonianze della presenza dell'uomo.

Tomasoni R. (2014) *Val di Fumo. Un modello perfetto. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark. Collana Percorsi, 9: 75 pp.*

Anche questo lavoro rappresenta una guida realizzata nell'ambito della collana "Percorsi" edita dal Parco Naturale Adamello Brenta. La Val di Daone, nella cui testata si sviluppa il percorso descritto in questo volumetto, è una delle valli laterali più estese del Trentino. La parte superiore è scavata nella tonalite e qui è ancora molto evidente l'azione glaciale, visibile nella parte ad "U"

della valle (la più spettacolare tra quelle presenti nel PNAB). Il sentiero porta al Rifugio Val di Fumo e poi prosegue verso la testata del solco vallivo superando una serie di balze o gradini (levade) la cui interpretazione, spiegata nella guida, permette di ricostruire le vicende glaciali recenti e passate.

Tomasoni R. (2014) *La via Geoalpina. Alla scoperta dell'Adamello Brenta Geopark via geoalpina. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark: percorsi, la Via Geoalpina, 10, 76 pp.*

Il volume appartiene alla collana dei <<Percorsi>> curati ed edito dal Parco Adamello Brenta Geopark (Vol. n 10) e ripropone, con veste grafica diversa, gli stessi contenuti presenti in Carton, Tomasoni, Seppi (2010).

Tomasoni R., Bertuzzi E. (2010) *Suggerimenti d'acqua e di pietra. Vallesinella. Parco Naturale Adamello Brenta Geopark: Collana Percorsi: 37 pp.*

Il lavoro rappresenta una ulteriore guida realizzata nell'ambito della collana "Percorsi" edita dal Parco Naturale Adamello Brenta. La guida è stata realizzata per condurre l'escursionista alla scoperta delle sorgenti carsiche di Vallesinella. Il lavoro illustra uno dei geositi del Parco; per tale scopo è stato anche istituito un percorso di visita. Con schemi e fotografie viene spiegato al lettore come si genera e funziona l'importantissimo serbatoio d'acqua dolce costituito dal Gruppo di Brenta e i luoghi ove le acque, raccolte ad alta quota, tornano a giorno. L'alta Vallesinella, posta a monte delle cascate rappresenta il bacino di raccolta: si tratta infatti di un'area carsica che recepisce completamente tutte le acque di precipitazione e di scioglimento della neve. Un fitto rete di fessure, e di condotti carsici le raccoglie per poi restituirle alcune centinaia di metri più in basso.

Tomasoni R., Visintainer M. (2012) *Geological Landscape. Catalogo della mostra, Curcu & Genovese: 80 pp.*

Il volume rappresenta il catalogo di una mostra fotografica che attraverso immagini fotografiche digitali interpretate, realizzate quasi totalmente con la tecnica del *photostitching*, illustra paesaggi trentini sia dal punto di vista morfologico che geologico. Nello specifico vengono rappresentati ed illustrati due paesaggi nel Gruppo di Brenta (Pian della Nana e Sasso Rosso) e tre nel Gruppo dell'Adamello (Passo del Frate, Val di Fumo, e alta val Genova).

Trevisan L. (1935) *Risultati preliminari di un nuovo rilevamento geologico nella zona di Cima Tosa e nei dintorni di Stenico (Trentino)*. Atti Accademia Scientifica Veneto Trentina Istriana, 25: pp. 121-128.

Si tratta di uno dei primi lavori del Trevisan sul Brenta; raccoglie notizie preliminari (anche sui depositi e su alcune forme) che vengono poi approfondite in Trevisan (1936b) e in Trevisan (1939).

Trevisan L. (1936) *Le formazioni glaciali del Gruppo di Brenta (Trentino Occidentale)*. Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, S. 1, N. 16: pp. 117-142.

Quasi i due terzi dell'area oggetto di studio rientrano nell'area del PNAB ed in particolare descrivono il settore del Brenta da Madonna di Campiglio / Grande Formenton, fino al Castello dei Camosci. Nella zona del Gruppo di Brenta e nelle conche che lo limitano a sud esistono tracce di due espansioni glaciali; l'Autore segnala per la prima volta e descrive un affioramento di morene appartenenti ad un episodio prewurmiano, visibile nella incisione del T. Duina presso lo sbocco nella conca di Stenico (comune di Bleggio). Gli estesi depositi di breccie dello Spinale ed i terrazzi presso Molveno vengono considerati come grandiose "frane morenicizzate" connesse con il primo abbassarsi dei ghiacciai dell'espansione prewurmiana, in analogia con quanto successe per le "Marocche" al ritiro dei ghiacciai wurmiani. Dopo un accenno ai conglomerati alluvionali interglaciali (conca di Tione: terrazzo alluvionale su cui sorgono gli abitati di Villa Rendena, Tione, Bolbeno, Zuclo e Pez; conca di Stenico: sbocco valle Duina, Seo, terrazzi di S. Lorenzo in Banale) ed ai depositi glaciali wurmiani, ubicati nelle conche di Tione e di Stenico (sia in ampie coperture che in blocchi isolati), vengono studiati i depositi morenici posteriori alla massima espansione wurmiana e le "Marocche". Nelle vallate del Gruppo di Brenta risultano anche ben distinti numerosi depositi corrispondenti agli stadi tardoglaciali (stadi di Buhl, Gschnitz, Daun e postdauniano). Gran parte dei risultati esposti in questo lavoro vengono ripresi ed approfonditi in TREVISAN (1939).

Trevisan L. (1936) *Nota preventiva sui risultati di un nuovo studio geologico del Gruppo di Brenta (Trentino occidentale)*. Studi Trentini Scienze Naturali - Trento, 17 (2): pp.165-179.

Nell'opera sono raccolte notizie di carattere prevalentemente geologico e tettonico successivamente riproposte ed approfondite in Trevisan (1939). Vengono comunque considerati e descritti anche depositi quaternari e fatto cenno ad alcune forme del paesaggio. Quelli di interesse per il territorio del PNAB sono: breccie a grandissimi elementi e di grande potenza, dovute a frane

con breve trasporto glaciale, seguite all'abbassarsi della stessa espansione (terrazzi sopra Molveno); morene dell'ultima massima espansione, ricche di tonaliti; morene stadiali appartenenti agli stadi di Buhl, Gschnitz, Daun e ad uno stadio postdauniano (Gruppo di Brenta); scoscendimenti e frane (grandiosi nella zona dei rifugi Tuckett e Stoppani); detriti di falda e alluvioni varie.

Trevisan L. (1939) *Il Gruppo di Brenta (Trentino occidentale)*. Memorie Istituto Geologia e Mineralogia - Università di Padova, 13: pp. 1-128.

Poderosa opera che prende in considerazione il massiccio del Brenta prevalentemente dal punto di vista geologico; non mancano però approfondite indagini sui depositi quaternari e considerazioni di carattere geomorfologico. All'esame delle singole formazioni quaternarie si aggiungono alcune ricostruzioni grafiche sullo sviluppo dei ghiacciai durante il Wurmiano e durante gli stadi i di Gschnitz e di Daun. In sintesi l'Autore descrive quanto segue. La formazione quaternaria più antica è rappresentata da depositi morenici, prudentemente definiti dal Trevisan "prewurmiani", già descritti e segnalati nei lavori precedenti nella conca di Stenico (Trevisan 1936, 1937) presso Cavastro (Bleggio) e Dorsino - Dolaso (S. Lorenzo in Banale). Appaiono conservati solo in queste due località in quanto si trovano approssimativamente agli angoli sud-ovest e nord-est della conca di Stenico, in posizione protetta dalle posteriori vicende erosive. Ampio spazio viene dedicato alle problematiche formazioni di breccie (molto spesse) ampiamente distribuite nella piana dello Spinale e negli ampi terrazzamenti presso Molveno. Vengono interpretati dall'Autore come "marocche" o frane su ghiaccio che seguirono una glaciazione prewurmiana. Sono tenacemente cementate, tanto da simulare spesso roccia in posto; In nessun luogo esistono nicchie di frana che possono aver originato direttamente tali ammassi di macerie. Presso Molveno la breccia si estende dai 1100 ai 1500 m e si ritrova con gli stessi caratteri a 800-900 m sul monte Como presso il lago. Alluvioni interglaciali fortemente cementate sono diffuse specialmente nella valle di Stenico; le più antiche e le più facilmente osservabili sono quelle che costituiscono il terrazzo spianato presso S. Lorenzo in Banale, chiamato i "Pergoletti". Qui e ai Molini d'Ambiez, si può osservare come queste alluvioni siano ricoperte dal morenico wurmiano. In quest'ultima località, nel fianco sinistro della valle, sopra il morenico prewurmiano e sotto le alluvioni interglaciali è evidente una formazione conglomeratica a stratificazione mal distinta e disordinata che potrebbe essere definita come fluvioglaciale. Ai margini delle conche, come per esempio presso Seo, i depositi interglaciali non hanno più carattere di veri e propri strati alluvionali, ma rappresentano antiche conoidi e/o accumuli di detriti di falda. I depositi glaciali wurmiani sono estremamente frequenti sui versanti meridionali del Gruppo di Brenta, e facilmente distinguibili per la presenza di rocce cristalline, in prevalenza

tonaliti; oltre alle coperture moreniche vere e proprie, sono presenti un po' ovunque massi e ciottoli erratici di evidente trasporto glaciale, perché di natura cristallina. In considerazione del fatto che il limite di nevato wurmiano (calcolato su ghiacciai ricostruiti) si aggirava nella zona dei bacini di Tione e Stenico, durante il periodo di massima espansione non potevano formarsi depositi morenici a monte di Tione. Dallo studio dei depositi glaciali stadiali sembra di poter dedurre che il fenomeno delle marocche, particolarmente intenso al principio della ritirata dei ghiacciai, non si protrasse oltre lo stadio di Gschnitz. In più valli i depositi di "facies marocchiana" stanno tutti più a valle delle morene frontali riferibili a quello stadio. Numerosi depositi stadiari sono ubicati all'interno delle vallate minori nel gruppo di Brenta. Vengono datati sulla base del calcolo del limite delle nevi. L'elevato numero di cordoni morenici frontali come ad esempio allo sbocco della val d'Ambiez, mostrano che a luoghi si formavano apparati morenici stadiali soprannumerari. Alluvioni postglaciali ed attuali anche terrazzate sono presenti un po' ovunque, soprattutto lungo la valle del Sarca. Nei pressi di Massimeno si delineano qua e là i lembi di un terrazzo alluvionale elevato un centinaio di metri sulle attuali alluvioni. Numerose le conoidi di deiezione; a questo proposito si osserva che esse sono frequenti ed abbastanza estese sulla destra della val Rendena, mentre sono quasi mancanti sulla sinistra. Tra Villa Rendena e Tione e oltre fino alla confluenza con la val d'Angone le alluvioni postglaciali costituiscono tre principali terrazzamenti di cui il più sviluppato è il più alto, cioè quello su cui sorgono i paesi di Tione, Bolbeno e Zuclo. Questi terrazzamenti (fino a cinque immediatamente a nord di Tione), non hanno riscontro con quelli del rimanente corso del Sarca; la gola della Scaletta rappresenta l'elemento separatore. Nella conca di Stenico esiste invece un solo grande terrazzo postglaciale elevato di circa 100 m sull'attuale fondovalle. Nell'opera è contenuto anche un ampio capitolo sulla morfologia dell'area presa in considerazione e delle specifiche note sulla genesi dei principali laghi.

Zoanetti R., Masè V. (2013) Il Patrimonio geologico. In De Battaglia F., Carton A., Pistoia (eds) Dolomiti di Brenta - Cierre edizioni, Società Alpinisti Tridentini. Verona: pp. 88-97.

Si tratta di un capitolo, all'interno di un unico volume sul Gruppo di Brenta (de Battaglia et alii, 2013), che descrive in modo estremamente dettagliato ed al contempo divulgativo la serie dei geositi che caratterizzano l'area del Geoparco. La lettura di questo capitolo illustra al lettore che cosa sono i geositi e il loro significato come testimonianza dell'evoluzione della Terra. Vengono quindi presi in considerazione e raccontati i 61 diversi soggetti, che sono stati scelti tra molti altri per la loro integrità, rarità, rappresentatività, esemplarità didattica, stato di conservazione, naturalità, valore geologico, interesse scientifico, valore paesaggistico, storico, culturale ed

ecologico. La lettura porta a percorrere un itinerario temporale che va da 200 milioni di anni fa ai nostri giorni, attraverso geositi che riguardano i ghiacciai, le morfologie glaciali, periglaciali, quelle carsiche, i siti a valenza ecologica e quelli legati alla presenza ed all'attività dell'uomo.

Pavia, 15 Maggio 2019

Il responsabile scientifico
per il Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente
dell'Università di Pavia

Prof. Roberto Seppi

Roberto Seppi