

CARLO BARONI* e ALBERTO CARTON**

VEDRETTA DI PISGANA (GRUPPO DELL'ADAMELLO) GEOMORFOLOGIA E VARIAZIONI OLOCENICHE DELLA FRONTE***

RIASSUNTO - La V. Narcanello è caratterizzata, nella sua parte sommitale, dalla Vedretta di Pisgana e dall'apparato morenico della sua porzione occidentale, presso il quale sono maggiormente conservate le evidenze delle variazioni oloceniche. Sulla base di osservazioni morfologiche, stratigrafiche, tessiturali, dello stato di alterazione dei depositi, sull'osservazione del grado di lichenizzazione, dello sviluppo dei suoli e di date ^{14}C , sono state differenziate le varie morene. Un'avanzata olocenica del ghiacciaio di Pisgana occidentale, attribuibile al Neoglaciale, è stata individuata sulla base di due date ^{14}C che inquadrano l'evento in un periodo compreso tra 3350/3086 e 2706/2207 anni dal presente. Dall'inizio del XX sec. ad oggi, il ghiacciaio di Pisgana occidentale ha subito un generale ritiro di circa 1000 m, con brevi e limitati periodi di riavanzata, il più cospicuo dei quali si colloca tra il 1939 ed il 1941 (circa 40 m). A questa nota è allegata una carta geomorfologica dell'alta V. Narcanello.

SUMMARY - *Vedretta of Pisgana (Adamello Group). Geomorphology and Holocene front variations.* The Vedretta of Pisgana is located in the upper Narcanello Valley and it terminates with three distinct fronts. The western tongue is the best developed and it deposited several moraines which document Holocene front variations. Late Glacial and Holocene moraines of the Narcanello Valley have been differentiated on the basis of morphological, stratigraphical, textural observations, ^{14}C dates and of the weathering degree of the glacial deposits as well as lichenization and soil development. From the left side of Narcanello Valley comes the oldest ^{14}C date so far obtained in the Adamello Group. A buried soil found at 2545 m a.s.l. between two lateral moraines, Late Glacial and Holocene respectively, yielded an age of 6600 ± 100 ^{14}C yr BP (GX-14711). In the same area two dates bracket a Neoglacial advance of the western portion of the Vedretta of Pisgana. The maximum-limiting age is 3015 ± 75 ^{14}C yr BP (GX-14712), while the minimum-limiting age for the Pisgana glacier advance is 2345 ± 125 ^{14}C yr BP (GX-14710). The western portion of the Vedretta of Pisgana retreated about 1000 m since the first years of the XX Century. Three small advances also occurred, the widest between 1939 and 1941 (about 40 m). A geomorphological map of the upper Narcanello Valley completes this note.

1. PREMESSA

La presente nota costituisce un ulteriore contributo al programma di ricerca pluriennale, relativo al Gruppo del M. Adamello, condotto presso il Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia.

Come già indicato in precedenza, gli obiettivi principali di questa ricerca sono rivolti alla conoscenza ed all'esame della geomorfologia glaciale e periglaciale del gruppo del M. Adamello, al fine di ricostruire le fasi più recenti della storia glaciale del massiccio.

* Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia.

** Istituto di Geologia, Università di Modena.

*** Ricerca effettuata con i fondi Ministeriali 60%, responsabile A. Carton e con il contributo del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia. Si ringrazia il Prof. G. Orombelli per la lettura critica del testo.

Questa nota segue due studi effettuati nella V. dell'Avio (BARONI e CARTON, 1987), nella V. Miller e nella Conca del Baitone (BARONI e CARTON, 1990). Analogamente ai precedenti lavori, anche questo è corredato da una carta geomorfologica alla scala 1:15.000, stampata con il contributo finanziario dell'Amministrazione Provinciale di Brescia.

Lo studio geomorfologico della V. Narcanello è stato condotto nel 1988; il rilevamento è stato effettuato alla scala 1:10.000 su base topografica C.T.R. Per la legenda della carta geomorfologica ci si è attenuti a quella utilizzata in G.N.G.F.G. (1986) e applicata in altre aree alpine (BARONI e CARTON, 1987 e 1990; G.N.G.F.G., 1988).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area investigata è compresa nella tavoletta I.G.M. alla scala 1:25.000 F. 20 IV SO Temù e nelle sezioni C.T.R. della Regione Lombardia D2e5 Ponte di Legno, E2a5 Passo del Tonale e D3e1 Valle d'Avio.

La Vedretta di Pisgana occupa la parte sommitale della V. Narcanello, che confluisce nella V. Camonica all'altezza di Ponte di Legno ed è percorsa dall'Oglio di Narcanello, uno dei tre corsi d'acqua che danno origine al F. Oglio (fig. 1).

La V. Narcanello presenta uno sviluppo totale di circa 10 Km per un dislivello di oltre 2000 m, compreso tra i 3323 m di P.ta del Venerocolo ed i 1250 m circa presso Ponte di Legno. Costituisce una delle vallate settentrionali del Gruppo del M. Adamello ed è disposta per un primo tratto in direzione SW-NE, per poi mutare orientamento all'altezza del C.no dell'Aola, assumendo una orientazione SE-NW. In quest'ultimo tratto confluisce il T. Ogliolo, collettore del bacino che si sviluppa ad occidente del P.so del Tonale.

Il profilo longitudinale della valle è interrotto da alcuni ripidi gradini, superati da un erto sentiero, che permette di accedere alla Vedretta di Pisgana, percorrendo la quale, attraverso il P.so del Venerocolo, si accede al Rifugio Garibaldi in V. dell'Avio. Attraverso il P.so della Valletta si accede alla Vedretta del Mandrone, nell'alta V. di Genova, che si raggiunge anche percorrendo il P.so di Lago Scuro; attraverso i P.si del Castellaccio e di Casamadre si raggiunge, invece, la conca del Ghiacciaio Presena.

Lo spartiacque della V. Narcanello, a monte della confluenza con il T. Ogliolo, margina con andamento regolare la valle, ed è delimitato dalle seguenti culminazioni (quote riferite alla cartografica I.G.M., alla scala 1:50.000): P.ta di Castellaccio (3029 m), C.no di Lago Scuro (3166 m), C.ma Payer (3056 m), P.ta Pisagna (3088 m), C.no di Bedole (3221 m), M. Mandrone (3281 m), M. Venezia (3290 m), P.ta del Venerocolo (3323 m), M. dei Frati (3290 m), La Calotta (3211 m), C.ma di Salimmo (3115 m), P.ta di Pozzuolo (2854 m), P.ta di Valbione (2714 m), P.ta Intelvi (2721 m) e C.no dell'Aola (2648 m).

3. AUTORI PRECEDENTI

(selezione delle principali opere a carattere geomorfologico e glaciologico)

La V. Narcanello non è stata oggetto di lavori monografici di natura geomorfologica o geologica. Le indicazioni su questa valle «marginale» del gruppo dell'Adamello sono inserite in opere di più ampio respiro, generalmente riferite all'intero massiccio. PRUDENZINI (1895) nell'esauriente lavoro sul Gruppo dell'Adamello, di

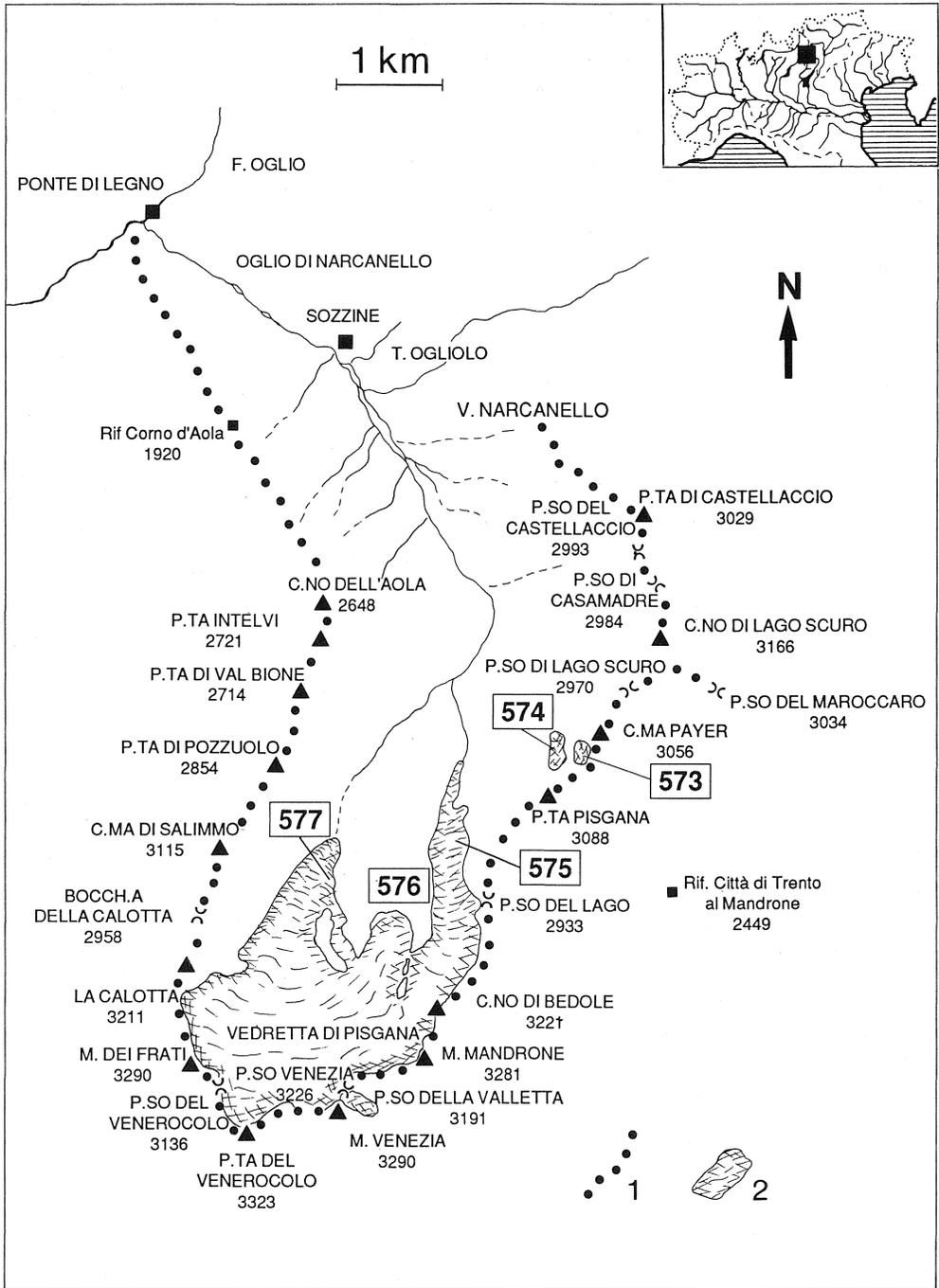


Fig. 1 - Inquadramento geografico. 1) spartiacque. 2) ghiacciai attuali; i numeri riquadrati sono riferiti al Catasto dei ghiacciai italiani (C.N.R., 1961).

Camp. glaciol.	Periodo	Variaz. (m)	Variaz. totale	Bibliografia	Camp. glaciol.	Periodo	Variaz. (m)	Variaz. totale	Bibliografia
1912		0,00	0,00	DE GASPERI 1913	1957	1956-57	-26,60	-306,80	SAIBENE 1958
1913	1912-13	-1,05	-1,05	DE GASPERI 1922	1958	1957-58	-23,40	-330,20	SAIBENE 1961
1914	1913-14	-0,75	-1,80	MERCIAI 1915	1959	1958-59	-26,00	-356,20	SAIBENE 1961
1919	1914-19	+0,70	-1,10	MERCIAI 1921a	1960	1959-60	-10,40	-366,60	SAIBENE 1963
1920	1919-20	+6,00	4,90	MERCIAI 1921b	1961	1960-61	-10,00	-376,60	SAIBENE 1964
1924	1920-24	0,00	4,90	MERCIAI 1925	1963	1961-63	-24,00	-400,60	SAIBENE 1966
1932	1924-32	-22,40	-17,50	TEDESCHI 1933	1964	1963-64	-18,00	-418,60	SAIBENE 1967
1933	1932-33	-21,20	-38,70	TEDESCHI 1934	1965	1964-65	-2,00	-420,60	SAIBENE 1969
1934	1933-34	-15,30	-54,00	TEDESCHI 1935	1966	1965-66	-9,60	-430,20	VANNI 1970
1939	1934-39	-96,60	-150,60	VILLA 1940	1970	1966-70	-22,40	-452,60	*
1940	1939-40	+17,50	-133,10	VILLA 1941	1971	1970-71	-20,60	-473,20	SAIBENE 1971
1941	1940-41	+22,70	-110,40	VILLA 1942	1972	1971-72	-2,40	-475,60	SAIBENE 1972
1942	1941-42	-3,80	-114,20	VILLA 1945	1973	1972-73	-12,00	-487,60	SAIBENE 1973
1950	1942-50	-90,00	-204,20	SAIBENE 1951	1975	1973-75	-7,20	-494,80	SAIBENE 1976
1951	1950-51	-6,80	-211,00	SAIBENE 1952	1977	1975-77	-7,00	-501,80	SAIBENE 1978
1952	1951-52	-10,90	-221,90	SAIBENE 1953	1978	1977-78	+1,70	-500,10	SMIRAGLIA 1979
1953	1952-53	-14,30	-236,20	SAIBENE 1954	1979	1978-79	-6,30	-506,40	SMIRAGLIA 1980
1954	1953-54	-17,00	-253,20	SAIBENE 1955	1980	1979-80	-1,00	-507,40	SMIRAGLIA 1981
1955	1954-55	-13,00	-266,20	SAIBENE 1956	1983	1980-83	-6,50	-513,90	GRAMEGNA 1985
1956	1955-56	-14,00	-280,20	SAIBENE 1958	1986	1983-86	+4,75	-509,15	STELLA 1989

Tab. I - Tabella riassuntiva delle variazioni della fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale. (*: i dati per il periodo 1966-70 sono stati riportati in più opere (SAIBENE, 1970a e 1970b; VANNI, 1970) e riferiti a diversi intervalli di tempo).

carattere esclusivamente geografico, descrive la V. Narcanello e la Vedretta di Pisgana, che ne occupa la testata. Quest'ultima risulta già divisa in due parti da un lungo contrafforte che individua una lingua piccola ed oblunga sotto il P.so del Lago ed un'altra assai più grande più a W. Numerosissimi i crepacci su entrambe le colate. Al lavoro è allegato uno schematico schizzo topografico di Prudenzi e Raffaello, alla scala 1:40.000, descritto in appendice 1.

PENCK e BRUECKNER (1909) accennano alla presenza di un apparato morenico frontale in prossimità dell'abitato di Ponte di Legno riferibile allo stadio di Gschnitz.

SALOMON (1908-1910) cita nel testo le medesime morene e ne cartografa altre nei pressi della lingua occidentale del ghiacciaio di Pisgana ed in V. Narcanello.

Nella nota di carattere eminentemente geologico di BIANCHI e DAL PIAZ (1940) sono citate le morene recenti ed attuali dell'alta V. Narcanello e una serie di depositi glaciali che caratterizzano la bassa valle nei pressi di Ponte di Legno; viene inoltre fatto cenno ad alcune forme di erosione glaciale. Nel lavoro è contenuta una fotografia del 1939, raffigurante le fronti dei ghiacciai di Pisgana orientale ed occidentale.

CASTIGLIONI (1961) effettua un'ampia descrizione degli apparati morenici olocenici e tardiglaciali, fornendo anche una panoramica dettagliata della letteratura esistente. Nell'allegata «Carta dei ghiacciai stadiali del Gruppo Adamello-Presanella» vengono indicate le posizioni delle fronti dei ghiacciai negli stadi di Gschnitz (presso Ponte di Legno) e di Daun (a monte di Sozzine). Vengono inoltre rappresentati alcuni argini morenici del XIX sec. ed altri tardiglaciali.

CHARDON (1975) rappresenta, in due schizzi geomorfologici a diversa scala, una serie di fratture individuate su foto aeree sul margine orientale della V. Narcanello.

Camp. glaciol.	Periodo	Q. fronte (m)	Variazione fronte (m)	Bibliografia	Osservazioni degli Autori
1912		2130	-	DE GASPERI 1913	
1919	1912-19	2130-40	-	MERCIAI 1921a; 1925	
1921	1919-21	2130	-	VILLA 1941	
1924	1921-24	2140	- 3,3	VILLA 1942	
1932	1919-32	2208	- 72	TEDESCHI 1933	
1933	1932-33	2240	- 32	TEDESCHI 1934	misura imprecisa
1934	1933-34		nuovi segnali	TEDESCHI 1935	ammasso morenico sulla sinistra
1939	1934-39	2266	- 73,4	VILLA 1940	fronte sottile e depressa
1940	1939-40	2266	0	VILLA 1941	arresto nel ritiro
1941	1940-41	2260	+ 6 ?	VILLA 1942	
1942	1941-42	2264	- 28,6	VILLA 1945	
1951			fronte coperta	ALBERTINI 1952	
1952	1951-52	2400 ?	- 4	SAIBENE 1953	lingua appiattita *
1953	1952-53	2340	0	SAIBENE 1954	detrito sopragliaciale
1954	1953-54	2340	- 3	SAIBENE 1955	fronte appiattita con detriti
1955			fronte coperta	SAIBENE 1956	fronte appiattita
1956			fronte coperta	SAIBENE 1958	
1957	1954-57		- 12	SAIBENE 1958	
1958			fronte coperta	SAIBENE 1961	
1959			fronte coperta	SAIBENE 1961	
1960			fronte coperta	SAIBENE 1963	
1961			fronte coperta	SAIBENE 1964	
1980	1979-80	2500	fronte coperta	CATASTA 1981	lingua ad unghia centrale

* differenza di quota tra il 1921 e il 1952 = 270 m

Tab. II - Tabella riassuntiva delle variazioni della fronte del ghiacciaio di Pisgana orientale.

A partire dai primi anni del secolo, numerosi Autori si sono occupati degli aspetti esclusivamente glaciologici degli apparati dell'alta V. Narcanello, fornendo anche un record di dati relativi alle variazioni frontali della Vedretta di Pisgana, per il periodo compreso tra il 1912 ed il 1986. Le citazioni di questi lavori ed i dati in esse riportati sono riassunti nelle tabelle I e II. Per una dettagliata analisi di questi contributi, si rimanda al paragrafo 6. Di seguito vengono citate solo le opere di carattere glaciologico di maggior interesse.

MARSON (1906) presenta un'ampia rassegna di alcuni ghiacciai del Gruppo e, pur senza far riferimento diretto alla V. Narcanello, fornisce una carta schematica dei «Ghiacciai dell'Adamello-Presanella», nella quale risultano ben individuate le fronti dei ghiacciai di Pisgana orientale, centrale ed occidentale.

DE GASPERI (1913) fornisce uno schizzo ed una descrizione della fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale.

Nell'analitico lavoro di MERCIAI (1925) sono descritte alcune morene e la morfologia dei ghiacciai della testata della valle. Vengono forniti vari parametri glaciologici e sono inoltre allegate due fotografie del 1920 e del 1921.

SAIBENE (1951) all'inizio delle proprie campagne glaciologiche pubblica una sintesi di tutti i lavori precedenti ed allega una cartina schematica sulla quale sono riportate le morene laterali e frontali delle tre porzioni della Vedretta di Pisgana e dei due ghiacciai Payer.

Alcune osservazioni su particolari forme rilevate presso la fronte del ghiacciaio Pisgana occidentale sono riportate da SMIRAGLIA (1979). Si tratta di rilievi di detrito sopragliaciale a nucleo di ghiaccio, denominati già da Saibene in più campagne glaciologiche come *esker* e *osar* ed indicati da SMIRAGLIA (1979) come «complesso ad argini e a coni di ghiaccio». Lo stesso Autore, in una nota sui ghiacciai della Provincia di Brescia (SMIRAGLIA, 1986), fornisce un grafico «tempo-variazione frontale» per il ghiacciaio di Pisgana occidentale per il periodo 1924-1984, costruito sulla base dei dati riportati dagli operatori glaciologici. Dal grafico citato si evince un ritiro, dal 1924 al 1984, di 540 m, con una attenuazione della tendenza dall'inizio degli anni '70. Una netta avanzata è evidente tra il 1939 ed il 1941, mentre un'altra di entità assai più ridotta è collocata tra il 1977 ed il 1978. Alcune fotografie, presumibilmente scattate in epoca di poco anteriore alla data di pubblicazione, sono allegate al lavoro.

BELLONI *et al.* (1986 e 1988) presentano alcune elaborazioni grafiche delle oscillazioni della fronte del Ghiacciaio di Pisgana occidentale, inserite in note aventi per oggetto le variazioni glaciali e climatiche.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Generalità (BARONI e CARTON, 1987)

Il massiccio intrusivo dell'Adamello, che costituisce il più grande plutone di età alpina delle Alpi, viene oggi considerato un «batolite», anche sulla base della vastità dell'area di affioramento dei litotipi magmatici (circa 670 Km², CALLEGARI, 1983 e 1985). La massa magmatica è compresa in un «cuneo crostale» strutturalmente delimitato, a settentrione, dalla «Linea del Tonale» e, ad oriente, dalla «Linea delle Giudicarie». Solo localmente questi importanti elementi tettonici interessano in modo diretto le rocce intrusive. Il massiccio dell'Adamello è costituito in prevalenza da rocce magmatiche intrusive. La loro messa in posto è avvenuta in vari momenti nel corso dell'orogenesi alpina (Eocene sup.-Oligocene sup.). Le rocce magmatiche intrudono e deformano le rocce metamorfiche del basamento cristallino e le formazioni permo-mesozoiche delle Alpi meridionali, presentando contatti intrusivi «netti e discordanti» (CALLEGARI, 1983). Ai margini del plutone è presente un' aureola metamorfica di contatto, messa in risalto da numerosi minerali caratteristici (SALOMON, 1895 e 1908-1910; CORNELIUS e FURLANI CORNELIUS, 1930; BIANCHI e DAL PIAZ, 1940 e 1948; SCHIAVINATO, 1951 e 1973; ANDREATTA *et al.*, 1953; VISENTIN e ZANETTIN, 1968; MOTTANA e SCHIAVINATO, 1973).

Dal punto di vista litologico si distinguono diversi litotipi (BIANCHI *et al.*, 1970; CALLEGARI e DAL PIAZ, 1973), in considerazione del fatto che il batolite dell'Adamello è costituito da vari plutoni più o meno differenziati, intrusi a varie riprese in un periodo compreso tra 42 e 30 milioni di anni fa, come messo in evidenza dalle analisi radiometriche eseguite con i metodi Rb/Sr e K/Ar su miche e anfiboli delle rocce ignee (DEL MORO *et al.*, 1985). Le età più antiche si riferiscono ai litotipi più basici, affioranti prevalentemente nella zona meridionale.

Le rocce maggiormente affioranti sono le tonaliti e le quarzodioriti, a loro volta distinte in unità differenti (BIANCHI *et al.*, 1970; CALLEGARI e DAL PIAZ, 1973).

Dal punto di vista tettonico va rilevato che, come afferma CALLEGARI (1983), la «presenza di faglie che attraversano il corpo eruttivo e lo sviluppo di regolari sistemi di giunti di fessurazione fanno pensare che anche l'area dov'è ubicato il massiccio eruttivo abbia continuato ad essere sede di ulteriori deformazioni recenti».

4.2. I fattori strutturali in V. Narcanello

Il substrato litologico in cui è stata modellata la porzione di V. Narcanello considerata in questa nota è rappresentato quasi esclusivamente dalle «Quarzodioriti biotitiche tipo V. d'Avio», che costituiscono una distinta unità delle «Quarzodioriti biotitiche dell'Adamello centrale» (BIANCHI *et al.*, 1970; CALLEGARI e DAL PIAZ, 1973). Si tratta di rocce leucocrate a grana media o medio-minuta, di aspetto granitico e chimismo granodioritico. I componenti sialici sono rappresentati da plagioclasti e quarzo. Il componente femico prevalente è costituito dalla biotite, mentre l'orneblenda è assente o subordinata. Accessori comuni sono apatite zirconio, xenotimo e ortite. Ai margini del plutone, nella media V. Narcanello, le quarzodioriti presentano tessitura orientata. Datazioni radiometriche eseguite con il metodo Rb/Sr e K/Ar su miche e anfiboli hanno fornito un'età di 32-33 milioni di anni (DEL MORO *et al.*, 1985). ANDREATTA *et al.* (1953) indicano anche differenziazioni acide (apliti, pegmatiti e graniti filoniani) e basiche (graniti e granodioriti), presenti in piccole masse nella porzione centrale della valle.

In corrispondenza dei crinali orientale e meridionale affiorano le quarzodioriti biotitiche tipo «Vette centrali dell'Adamello». Sulla carta geomorfologica non sono state distinte dall'unità precedente, dato che, per la stretta affinità petrografica, non danno origine a forme differenziate.

Le quarzodioriti della V. Narcanello mostrano comunemente una superficie scabra per micro-morfoselezione, che mette in risalto i componenti femici (biotite e orneblenda), mentre piccoli filoni aplitici appaiono sovente in rilievo per alterazione selettiva.

La bassa V. Narcanello (esternamente alla zona studiata) è caratterizzata dalla presenza di rocce metamorfiche, riferibili agli «Scisti di Edolo» di SALOMON (1908-10), appartenenti al basamento delle Alpi meridionali e indicati come micascisti e filladi quarzifere prevalenti da ANDREATTA *et al.* (1953). Queste rocce, nella media valle, contengono anche setti di filladi carboniose. Nell'area prossima al contatto con la massa intrusiva dell'Adamello le rocce incassanti sono metamorfosate per contatto e sono prevalentemente costituite da scisti e gneiss cornubianitici a biotite, andalusite, sillimanite, cordierite, granato e tormalina.

La porzione terminale della valle, presso Ponte di Legno, si trova oltre la Linea del Tonale ed è caratterizzata dalla presenza di rocce metamorfiche appartenenti al basamento cristallino delle Alpi Austriache, distinte in micascisti a due miche, ortogneiss pegmatitici, anfiboliti, gneiss e scisti anfibolici da ANDREATTA *et al.* (1953).

La V. Narcanello è interessata da sistemi di fratturazione orientati NW-SE e WNW-ESE che condizionano anche la morfologia del fondo valle (che presenta alcuni gradini) ma soprattutto quella delle creste che, in vari casi, sono caratterizzate da un profilo «seghettato». Particolarmente caratteristici in tal senso sono i crinali tra P.ta Lago Scuro ed il Castellaccio. Altri sistemi di fratturazione sono presenti sul versante destro della media valle, ad W della conca di Presena (CHARDON, 1975).

5. GEOMORFOLOGIA

5.1. Generalità

Nella parte sommitale della V. Narcanello, a monte del *Riegel* di quota 2300 circa, sono prevalentemente presenti forme e depositi di origine glaciale e periglaciale. La testata è occupata interamente dalla zona di accumulo della Vedretta di Pisga-

na, dalla quale si dipartono due principali lingue glaciali (ghiacciai Pisgana orientale e occidentale). Nelle parti media ed inferiore della valle prevalgono morfologie originate da fenomeni gravitativi e dallo scorrimento delle acque superficiali. Nella media valle, in particolare tra il sopra citato gradino e gli impianti ENEL di quota 1955, sono maggiormente concentrati coni di *debris-flow* e di valanga. Nella bassa valle, infine, le forme attive sono meno frequenti e localizzate lungo le principali incisioni.

Le forme strutturali sono quasi esclusivamente connesse a motivi tettonici, data l'uniformità litologica del substrato.

Le forme del paesaggio riscontrate nella V. Narcanello possono essere riferite ai seguenti sistemi o gruppi di processi morfogenetici: forme e depositi glaciali; forme e depositi crionivali; forme e depositi dovuti alla gravità; forme e depositi dovuti allo scorrimento delle acque superficiali.

La morfologia glaciale è descritta in dettaglio nel paragrafo 5.2. Per quanto riguarda le forme del paesaggio legate ad altri processi morfogenetici, si segnala quanto segue.

Forme e depositi periglaciali sono prevalentemente rappresentati da canali e coni di valanga. Questi ultimi, arealmente molto diffusi nella media valle, appaiono intimamente connessi a fenomeni di *debris-flow*, contribuendo ad edificare giganteschi coni di origine mista. Forme attive si rinvencono nella media ed alta valle, nonché lungo le aste dei principali canali della porzione settentrionale della valle. Accumuli di neve frammista a detrito permangono anche nel corso della stagione estiva nella piana a monte degli impianti ENEL. A valle di questi ultimi le forme di accumulo sono meglio differenziabili in attive ed inattive.

Falde e coni detritici sono diffusi in tutta l'area studiata; le forme attive appaiono molto spesso intimamente associate a coni di valanga e lobi di *debris-flow*. Questi ultimi sono concentrati soprattutto nella media e bassa valle.

Corsi d'acqua temporanei solcano i ripidi versanti della V. Narcanello. Lungo l'asta dell'Oglio di Narcanello si individuano scarpate di erosione innescate da recenti fenomeni di dissesto e discontinui accumuli di depositi fluviali attuali.

Le uniche forme antropiche riscontrabili nella zona studiata sono ubicate intorno a quota 2000 m e sono costituite da alcuni manufatti relativi ad impianti idroelettrici e da una malga (Baito Pisgana in SACCHI, 1986) ormai abbandonata, presso la quale giungeva una teleferica ormai in disuso (quota 2014.5 m - C.T.R.). Una pista transitabile da soli mezzi fuoristrada raggiungeva i manufatti ENEL di quota 2000 m circa. Attualmente non è più percorribile in quanto in alcuni tratti è stata sepolta da depositi di *debris-flow*, in altri erosa dalle acque incanalate o franata. Resti di postazioni militari della Grande Guerra sono presenti nel tratto di cresta tra la C. Payer e la P.ta di Castellaccio.

5.2. Forme e depositi glaciali

Al glacialismo, che ha più profondamente modellato l'area, si è rivolta particolare attenzione. Oltre alla distinzione tra le forme di erosione e di accumulo, è stato possibile operare una differenziazione abbastanza articolata dei vari depositi glaciali. A tale scopo sono state effettuate anche misure lichenometriche, come indicato da OROMBELLI e PORTER (1983), utilizzando i licheni dei gruppi *Rhizocarpon geographicum* ed *Aspicilia cinerea*. Le misure, riferite ai diametri minimi dei talli di maggiori dimensioni delle due specie, sono state effettuate sia sulle singole morene, sia sulle rocce montonate e sui massi ad esse interposti. I dati lichenometrici sono riportati in fig. 2, sulla quale è evidenziato anche il complesso apparato morenico del ghiac-

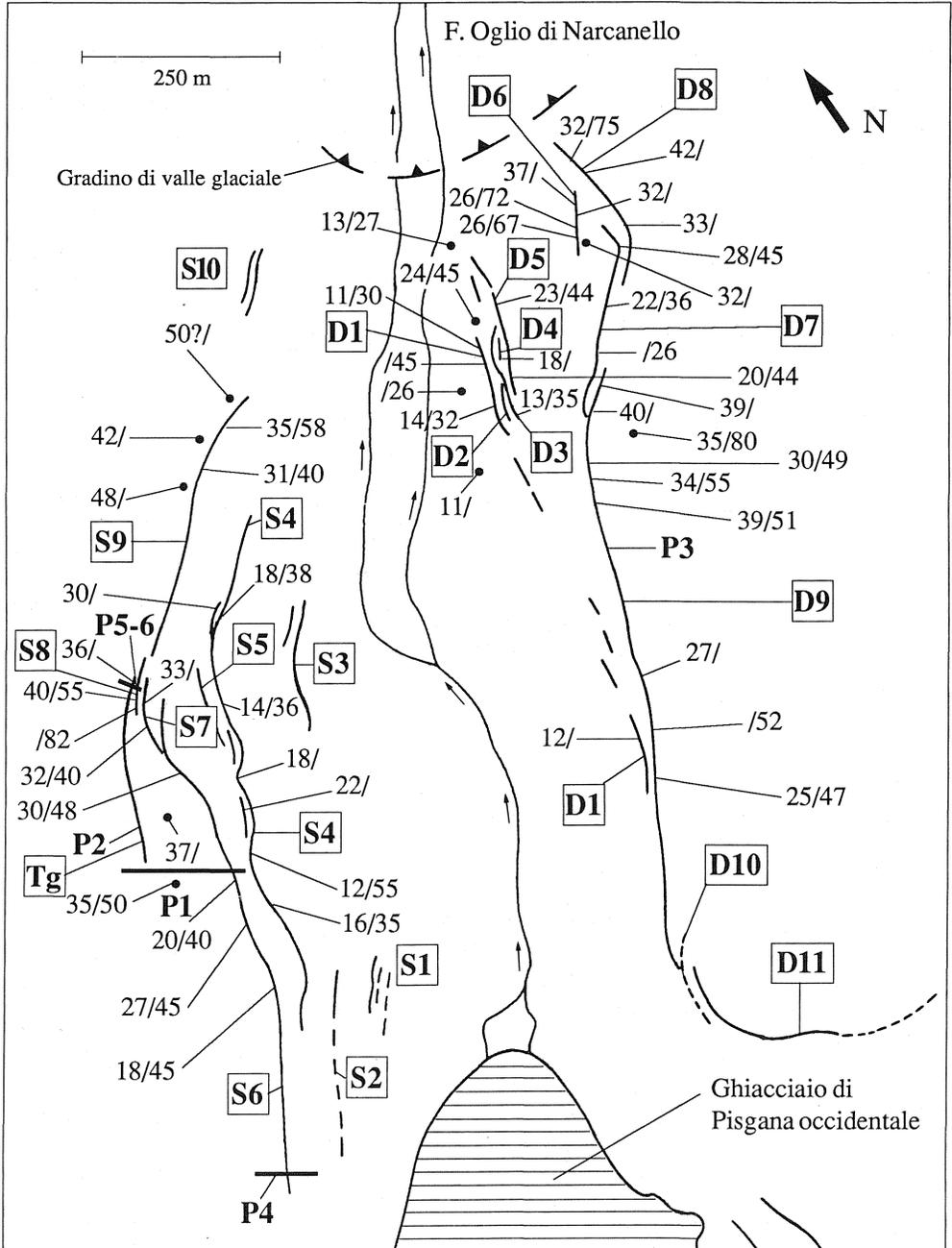


Fig. 2 - L'apparato morenico del ghiacciaio di Pissana occidentale. A tratto continuo sono indicate le morene oloceniche ben conservate ed evidenti (le sigle D1 ..., S1 ..., individuano i diversi argini). Con la sigla Tg è indicata una morena tardiglaciale. I numeri rappresentano i diametri minimi dei talli lichenici di maggiori dimensioni riferiti, rispettivamente, a *Rhizocarpon geographicum* ed *Aspicilia cinerea*; con i pallini sono indicati i talli misurati su roccia in posto o su massi isolati. P1, P2, ... indicano i profili pedologici descritti in appendice 2. Le linee a tratto più marcato indicano le sezioni geologiche rappresentate nelle figg. 3 e 4.

ciaio di Pisgana occidentale. Non essendo stato possibile riconoscere depositi o superfici di età nota, non si è potuta costruire una curva di accrescimento lichenico. Osservazioni pedostratigrafiche (app. 2) e tre date ^{14}C di suoli e livelli organici sepolti (tab. III) hanno peraltro consentito di qualificare cronologicamente alcuni depositi glaciali.

Lab. n°	Età (anni ^{14}C)	Età calibrata		$\delta^{13}\text{C}$ PDB (‰)
GX- 14710	2345 ± 125	BP	2706 (2348) 2207	- 24,6
		BC	757 (399) 258	
GX- 14711	6600 ± 100	BP	7569 (7442) 7372	- 25,4
		BC	5620 (5493) 5423	
GX- 14712	3015 ± 75	BP	3350 (3243, 3233, 3217) 3086	- 25,1
		BC	1401 (1294, 1284, 1268) 1137	

Tab. III - Date ^{14}C convenzionali e calibrate dei campioni organici raccolti in V. Narcanello, in corrispondenza dei profili P4, P1 e P6. Per l'ubicazione dei campioni datati si vedano le figg. 2, 3, 4 e la carta geomorfologica allegata.

Forme di accumulo

L'apparato morenico olocenico del ghiacciaio di Pisgana occidentale è caratterizzato da due alte e continue morene laterali (a direzione NNE) che si spingono fino al salto di quota 2300 circa (fig. 2 e carta geomorfologica allegata). In particolare, la morena destra risulta pressoché continua in tutto il suo sviluppo, sdoppiandosi solo nel tratto terminale. La corrispondente morena laterale sinistra si suddivide in distinti tronconi addossati, localmente sovrapposti, tra 2460 e 2480 m; al di sotto di tale quota i due argini piegano verso NE. Al loro interno sono presenti numerosi ed articolati tronconi di morene laterali destre e sinistre, che mostrano una tendenza della lingua glaciale olocenica a ruotare verso N. Tutto l'apparato morenico risulta sventrato nella parte frontale e, in particolar modo, sul lato sinistro. Dal punto di vista lichenometrico, si evidenzia una diminuzione delle dimensioni dei diametri dei talli lichenici dalle morene più esterne a quelle interne, con l'unica eccezione della morena D7, sulla quale sono stati osservati licheni di dimensioni inferiori rispetto a quelli presenti sulla morena D6, ad essa più interna (fig. 2).

Dalla balza di quota 2300 circa, fino all'attuale posizione della fronte (circa 1 km di distanza) non sono presenti tracce di argini morenici frontali.

I più antichi lembi di morene laterali sono presenti sul versante sinistro della V. Narcanello, in particolare ad W della baita di quota 2014.5 (tra 2000 e 2190 m di quota), dove sono individuabili diversi argini, il più occidentale dei quali risulta essere il più evidente e continuo. Un altro tratto di morena correlabile ai precedenti, lungo circa 250 m, è situato tra 2470 e 2520 m di quota. Si tratta di un argine poco rilevato, dal profilo arrotondato, costituito da *diamict* massivo a supporto di matrice. I massi sono subarrotondati, hanno superfici scabre e sono ampiamente lichenizzati. Tale morena risulta essere più antica di 6600 ± 100 anni ^{14}C BP

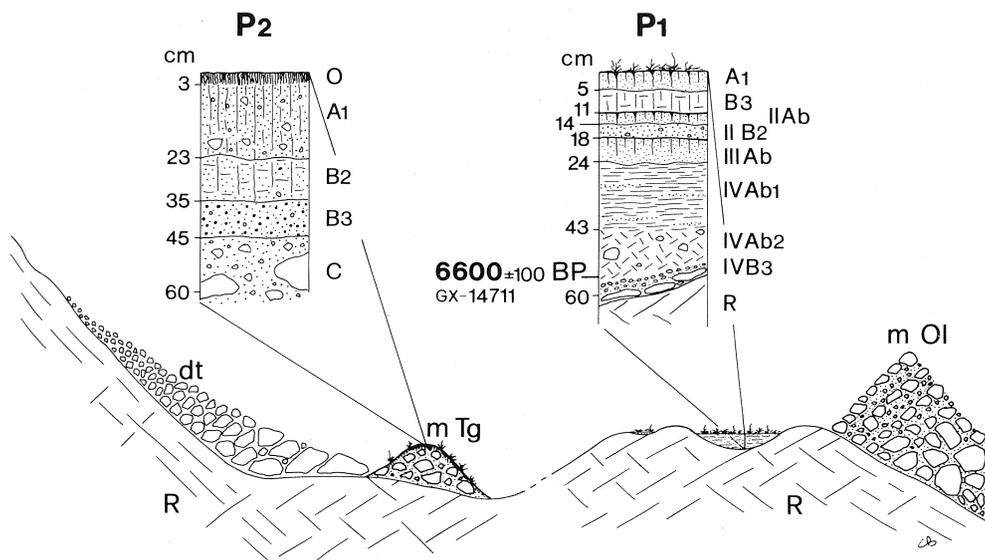


Fig. 3 - Sezione geologica schematica (per l'ubicazione v. fig. 2). P1, P2) profili pedologici, profondità in cm (per la descrizione v. appendice 2). R) substrato roccioso. m Tg) morena tardiglaciale. m Ol) morena olocenica. dt) falda di detrito. In evidenza le date ^{14}C espresse in anni BP, non calibrate, con le relative sigle di laboratorio.

(GX-14711), in quanto ubicata esternamente ad un suolo sepolto che ha fornito la data citata (app. 2, profilo P1; fig. 3). L'età indicata, calibrata secondo STUIVER e REIMER (1986), corrisponde a 7569/7372 anni dal presente (tab. III). Al di sopra di questo argine è stato descritto un suolo relativamente evoluto dello spessore di 45 cm avente un profilo O1, A, B2, B3, C (app. 2, profilo P2; fig. 3). In base alle evidenze sopra citate tali morene sono attribuibili al Tardiglaciale e si inquadrano nel tipo «c» indicato in BARONI e CARTON (1987 e 1990). Queste morene sono state attribuite da CASTIGLIONI (1961) allo stadio di Daun. Ulteriori morene dauniane ed altre attribuibili allo stadio di Gschnitz sono state indicate nella basse valle (SALOMON, 1908-10; PENCK 1909; BIANCHI e DAL PIAZ 1940; CASTIGLIONI, 1961).

Anche il grado di lichenizzazione dei massi delle singole morene e delle pareti rocciose ha consentito di differenziare, in prima battuta, i depositi tardiglaciali da quelli olocenici e di individuare, localmente, la quota massima raggiunta dalla Vedretta di Pisanà nel Tardiglaciale. Intorno a quota 2450, infatti, presso l'argine D9, sulla parete rocciosa si individua un limite netto di colore tra due aree diversamente alterate e lichenizzate. Tale limite ha un andamento subparallelo al medesimo argine morenico, deprimendosi verso valle. La zona superiore appare intensamente ed uniformemente lichenizzata; la superficie rocciosa mostra in rilievo piccoli filoni aptitici ed è scabra per micro-morfoselezione della quarzodiorite, che mette in risalto i componenti femici (orneblenda e biotite).

Argini ben espressi si sviluppano su entrambi i fianchi della V. Narcanello, a partire da quota 2280 fino a q. 2650. Depositi glaciali connessi a questi argini si estendono fino a quota 2800 circa. Gli argini più esterni (S6 e D8-D9) sono caratterizzati da un netto profilo a lama di coltello e si sviluppano, rispettivamente, per oltre 700 m e 1000 m, tra le quote 2470-2650 m e 2280-2620 m. Sono costituiti

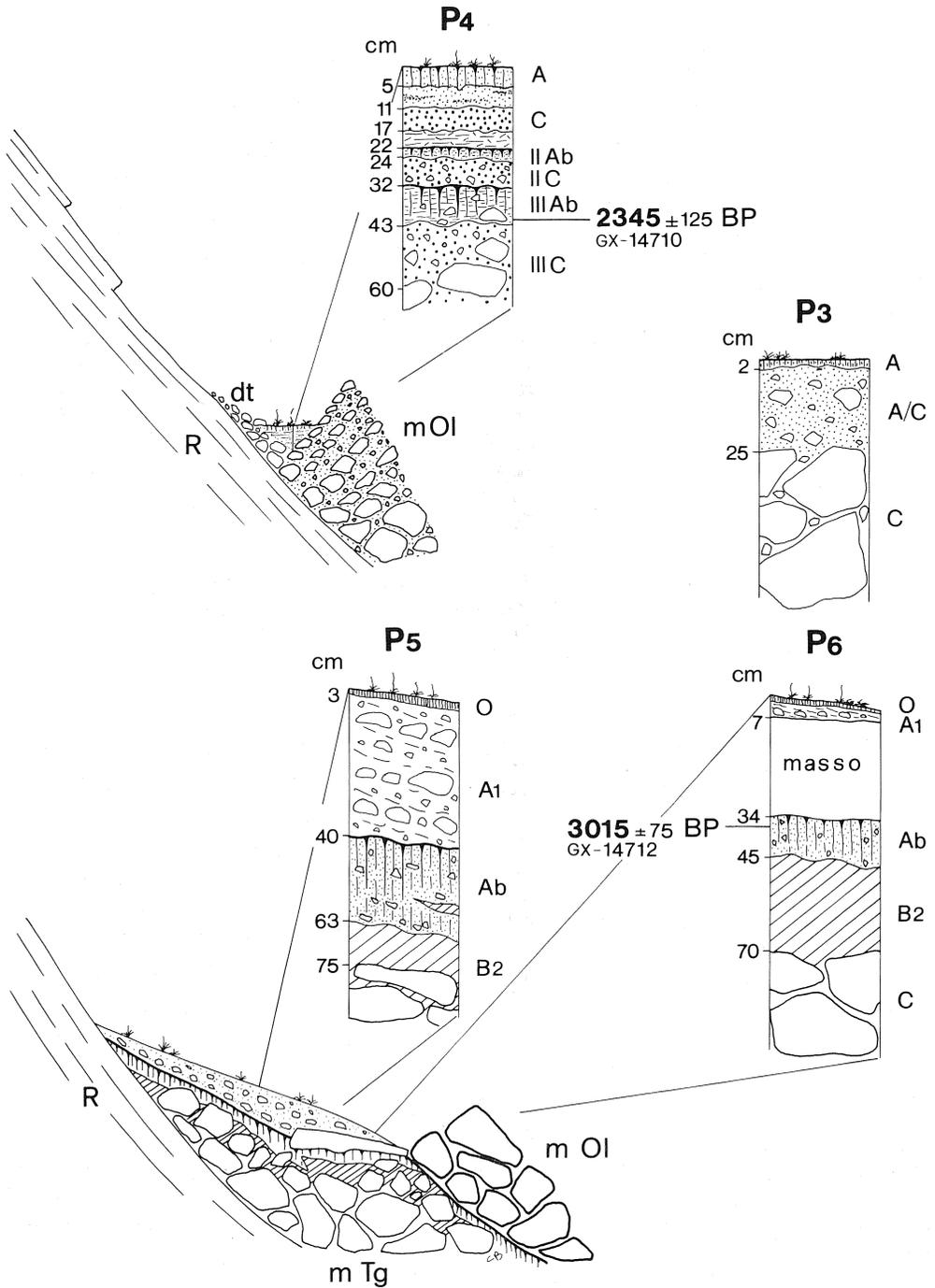


Fig. 4 - Sezioni geologiche schematiche (per l'ubicazione v. fig. 2). P3 ... P6) profili pedologici, profondità in cm (per la descrizione v. appendice 2). R) substrato roccioso. m Tg) morena tardiglaciale. m Ol) morena di sovrapposizione, Olocene. dt) falda di detrito. In evidenza le date ^{14}C espresse in anni BP, non calibrate, con le relative sigle di laboratorio.

da *diamict* massivo a supporto di matrice, maggiormente evidente sul versante interno, eroso in ampi tratti per ruscellamento concentrato e localmente interessato da fenomeni gravitativi. Il versante esterno presenta alcuni tratti costituiti da *diamict* massivo a supporto clastico. La superficie dei massi è variamente lichenizzata. Un suolo poco evoluto con profilo A, A/C (app. 2, profilo P3; fig. 4), avente uno spessore variabile da pochi centimetri a 25 cm circa, è presente in modo discontinuo sulla cresta e sul fianco esterno di questi argini. Sui fianchi interni degli stessi si individua chiaramente la tipica struttura delle morene di sovrapposizione e, localmente, di accrezione, come confermato anche dall'analisi lichenometrica. Infatti, sul versante esterno della morena S9, che presenta un andamento regolare, si rinvengono aree con massi maggiormente colonizzati dai licheni, che presentano inoltre talli di dimensioni maggiori rispetto alle aree circostanti. Si ritiene che ciò sia una conseguenza di successivi episodi di accumulo su argini preesistenti. Dal punto di vista morfologico e sedimentologico queste morene sono riconducibili a quelle di tipo «b» descritte in BARONI e CARTON (1987 e 1990), allora riferite all'Olocene non attuale (XIX sec. - Piccola Glaciazione). Dal punto di vista cronologico, invece, la data ottenuta presso quota 2600 m da un bacino interposto tra la morena S6 ed il versante roccioso (2345 ± 125 anni ^{14}C BP, GX-14710; tab. III; app. 2, profilo P4; fig. 4), indica che tali morene sono costituite da un nucleo molto più antico. Come già evidenziato in corrispondenza della morena destra del Ghiacciaio del Venerocolo (BARONI e CARTON, 1987), le evidenti ed affilate morene del Gruppo dell'Adamello, generalmente attribuite al XIX sec., sono sovrapposte ad argini olocenici più antichi, spesso difficilmente databili (tipo «b» in BARONI e CARTON, 1987); nel caso della Vedretta del Pisgana questi risalgono a oltre 2345 ± 125 anni dal presente.

Anche sul margine sinistro del ghiacciaio di Pisgana orientale si individuano morene associabili a quelle sopra descritte.

Lembi discontinui di argini meno rilevati dei precedenti sono presenti intorno a 2420-2480 m di quota, presso il margine sinistro del ghiacciaio di Pisgana occidentale. Si tratta delle morene indicate con S7, S8 e S9 (fig. 2), che sono costituite da *diamict* massivo generalmente a supporto clastico, privo o povero di matrice. La loro copertura lichenica è più sviluppata rispetto all'argine S6; è inoltre possibile, in base alle dimensioni dei licheni, correlare tra loro gli argini S9 e S8. Quest'ultimo, che è il più esterno del gruppo, risulta ricoprire un suolo sviluppato su un lembo di morena tardiglaciale (app. 2, profili P5 e P6; fig. 4), che ha fornito un'età di 3015 ± 75 anni ^{14}C BP (GX-14712). Questa data indica un'età massima per la morena in questione, mentre un'età minima di 2345 ± 125 anni ^{14}C BP (GX-14710) è fornita dal piccolo bacino interposto tra la parete rocciosa e la morena S6, ad essa più interna (figg. 2 e 4).

Un insieme di argini costituiti da *diamict* massivo a supporto clastico, privo o povero di matrice, indica alcune recenti posizioni (XX sec.) del ghiacciaio di Pisgana occidentale, all'interno delle morene precedentemente descritte. Sul versante destro si individua un primo tratto di morena (D1) che si origina intorno a quota 2560 m ed è addossata alla morena D9. Il tratto più a valle, che si spinge fino a q 2350 m circa, si addossa ad un articolato sistema di corti ma ben espressi argini scheletrici (D2, D3, D4 e D5). Sul lato sinistro un lungo e continuo argine scheletrico, localmente sdoppiato, correlabile ai precedenti si sviluppa tra quota 2620 e 2420 m. La posizione degli argini descritti è prossima a quella della fronte nel periodo 1914-1917 (tab. IV). Un'ultima serie di piccoli, discontinui, scheletrici argini (S1, S2 e S3) è rilevabile sul fianco sinistro tra q 2400 e 2610 m.

Morene laterali attuali sono state osservate al margine occidentale della lingua dei ghiacciai di Pisgana occidentale (alle quote 2710-2820 m e 2630-2585 m) ed orien-



Fig. 5 - Fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale. Una serie di argini e coni a nucleo di ghiaccio, disposti a semicerchio, orla il margine del ghiacciaio. L'altezza delle forme raffigurate localmente supera i 6 m (5 settembre 1988).

tale (quota 2650-2750 m). Si tratta di morene prevalentemente a nucleo di ghiaccio, costituite da *diamict* massivo localmente a supporto di matrice, con massi a spigoli vivi privi di copertura lichenica; sono riconducibili alle morene di tipo «a» in BARONI e CARTON (1987 e 1990).

Un complesso di depositi sopragliaciali organizzati in argini e coni a nucleo di ghiaccio è presente presso la fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale (fig. 5). Si tratta di depositi prevalentemente sabbioso-ghiaiosi, localmente stratificati e con livelli limosi intercalati. Si sviluppano per ablazione differenziale, sono disposti a semicerchio a ricoprire la fronte del ghiacciaio e raggiungono altezze di vari metri (localmente anche superiori a 6 m). Forme di questo tipo, diversamente disposte ed in rapida evoluzione, sono state descritte a più riprese a partire dal 1921 (SMIRAGLIA, 1979). La natura prevalentemente stratificata dei depositi sopragliaciali suggerisce che la deposizione dei medesimi sia in qualche modo connessa alla circolazione idrica epigliaciale; la loro genesi è comunque ancor'oggi oggetto di studio.

Tavole di ghiaccio con la superficie di appoggio dei massi costantemente immergente verso i quadranti meridionali sono concentrate presso il margine orientale della fronte, dove si osservano anche numerose strutture di iniezione lungo i crepacci.

Lungo il margine destro della porzione terminale del ghiacciaio di Pisgana occidentale, a N dello spuntone roccioso di quota 2791.8 m (C.T.R.), sono presenti due lembi di superfici pianeggianti, sviluppate longitudinalmente per circa 100 m ciascuna, della larghezza di circa 10 m e delimitate ad W da una netta scarpata di circa 4 m di altezza (fig. 6). I depositi affioranti sono costituiti da una sottile coltre di ghiaie e sabbie (10-30 cm) a nucleo di ghiaccio, localmente ricoperta da



Fig. 6 - Margine destro del ghiacciaio di Pisgana occidentale, nei pressi della fronte. Terrazzo di *kame* a nucleo di ghiaccio; la scarpata ha un'altezza di circa 3-4 m. La superficie del terrazzo è interessata da depressioni tipo *kettle-holes* (5 settembre 1988).

grossi massi e da lobi di *debris-flow* provenienti dalla morena retrostante. Sulle superfici sono presenti depressioni imbutiformi (*kettle-holes*) particolarmente frequenti sulla superficie più settentrionale, che risulta frazionata da una serie di crepacci in unità morfologiche minori. Alcuni di questi crepacci si continuano nell'adiacente lingua glaciale. Le superfici citate sono assimilabili a terrazzi di *kame* attualmente in evoluzione e testimoniano un recente ritiro del ghiacciaio.

Forme di erosione

Due circhi attuali alimentano i ghiacciai di Pisgana orientale ed occidentale; quello che alimenta quest'ultimo risulta molto più ampio ed articolato del primo.

Gradini di valle sono presenti intorno a quota 2300 e 2080 m. Quest'ultimo presenta un minor dislivello rispetto al precedente (30-40 m rispetto a oltre 100 m) ed è chiaramente condizionato da motivi strutturali. Un ulteriore salto in roccia, non direttamente assimilabile ad un gradino, si sviluppa a valle di quota 2500 m.

Come già indicato da SALOMON (1908-10), la V. Narcanello non risulta sospesa rispetto alla V. Camonica, ma si raccorda direttamente ad essa.

Lembi di spalla glaciale (*costér*) si individuano sulla sinistra del ghiacciaio di Pisgana occidentale e sono ampiamente ricoperti da depositi di versante.

Rocce montonate molto recenti (XIX e XX sec.) sono diffusamente presenti nell'alta valle all'interno delle morene più evidenti ed affilate. Esternamente a queste si individuano altri dossi montonati di età tardiglaciale. Localmente sono state individuate forme di erosione subglaciale scolpite in dossi montonati, rappresentate da solchi generati da circolazione idrica in pressione.

6. GLACIALISMO ATTUALE E RECENTE

6.1. I ghiacciai attuali

Il Catasto dei ghiacciai italiani (C.N.R., 1961) indica, in testata della V. Narcanello, cinque apparati glaciali: Payer superiore (n° cat. 573), Payer inferiore (n° cat. 574), Pisgana orientale (n° cat. 575), Pisagna centrale (n° cat. 576) e Pisagna occidentale (n° cat. 577). Quest'ultimo presenta una lingua ben individuata che attualmente termina a quota 2531 m circa. Il ghiacciaio di Pisgana orientale risulta isolato dagli altri; presenta uno spiccato allungamento in direzione meridiana e termina a quota 2355 m circa (sezione C.T.R. Valle d'Avio, 1984).

I ghiacciai di Payer inferiore e superiore, rivolti a NW, sono ubicati tra la P.ta Pisgana e C.ma Payer e raggiungono, con le rispettive fronti, le quote di circa 2670 e 2800 m (C.T.R.) MERCIAI (1925) segnalò nel 1919 un unico ghiacciaio in questa zona, e lo dedicò al celebre geografo austriaco. Secondo SAIBENE (1953) intorno al 1930-32, iniziò a manifestarsi una suddivisione del ghiacciaio in due porzioni, chiaramente delineate nel 1953 e da lui distinte in inferiore e superiore. Non esistono dati sulle variazioni frontali di questi due ghiacciai. SAIBENE (1951) indica la presenza di alcuni crepacci terminali e di una morena laterale sinistra ben espressa presso il ghiacciaio inferiore; ALBERTINI (1952) li indica in ritiro.

La sezione Valle d'Avio della carta C.T.R. (scala 1:10.000) segnala due ulteriori ghiacciai tra il Pisgana orientale ed i due ghiacciai Payer. Nel catasto dei ghiacciai italiani (C.N.R., 1961) e nelle relazioni glaciologiche non viene mai fatta menzione di questi apparati. A nostro avviso si tratta di nevai semipermanenti. Il ghiacciaio indicato intorno a quota 2000 m in V. Narcanello presso gli impianti ENEL corrisponde, in realtà, ad un accumulo di neve di valanga presente solo occasionalmente.

6.2. La curva tempo-distanza (ricostruita sulla base dei dati delle campagne glaciologiche)

Le prime misurazioni dirette delle fronti glaciali in V. Narcanello risalgono al 1912 e sono state eseguite da DE GASPERI (1913). Solo le variazioni frontali del ghiacciaio di Pisgana occidentale sono state registrate con buona continuità sin dagli inizi di questo secolo. I dati relativi alle osservazioni effettuate dagli operatori glaciologici sono riportati in tab. I. I valori di variazione indicati in tab. I per gli anni 1924 e 1942 differiscono da quelli citati da MERCIAI (1925) e VILLA (1945), rispettivamente, in quanto non sono congruenti con altri dati riportati successivamente ritenuti più attendibili. I valori riportati in tab. I indicano 10 m in meno di ritiro per il 1924 e 3 m per il 1942.

L'ubicazione dei segnali di misura delle variazioni frontali è stata più volte modificata. Merciai nel 1919 (MERCIAI, 1921a e 1921b) pose segnali in sostituzione di quelli di De Gasperi del 1912 (DE GASPERI, 1913), assicurando una corretta continuità delle misurazioni. Analoga operazione eseguì Tedeschi nel 1934 (TEDESCHI, 1935); il suo caposaldo fu utilizzato fino al 1942. Tra questa data ed il 1950 non sono state eseguite campagne glaciologiche. Saibene, che effettuò le osservazioni negli anni '50 e '60, non rinvenne i segnali precedenti e, pertanto, non esiste un raccordo diretto tra i vecchi dati e quelli successivi al 1950. SAIBENE (1951) stimò un ritiro di circa 80-90 m per il periodo 1942-1950; inoltre, contrariamente a quanto indicato dagli Autori precedenti, indicò un arretramento di 650 m dal 1920 al 1950. Dal 1964, ad opera dello stesso operatore, le misure vengono riferite ad un transetto

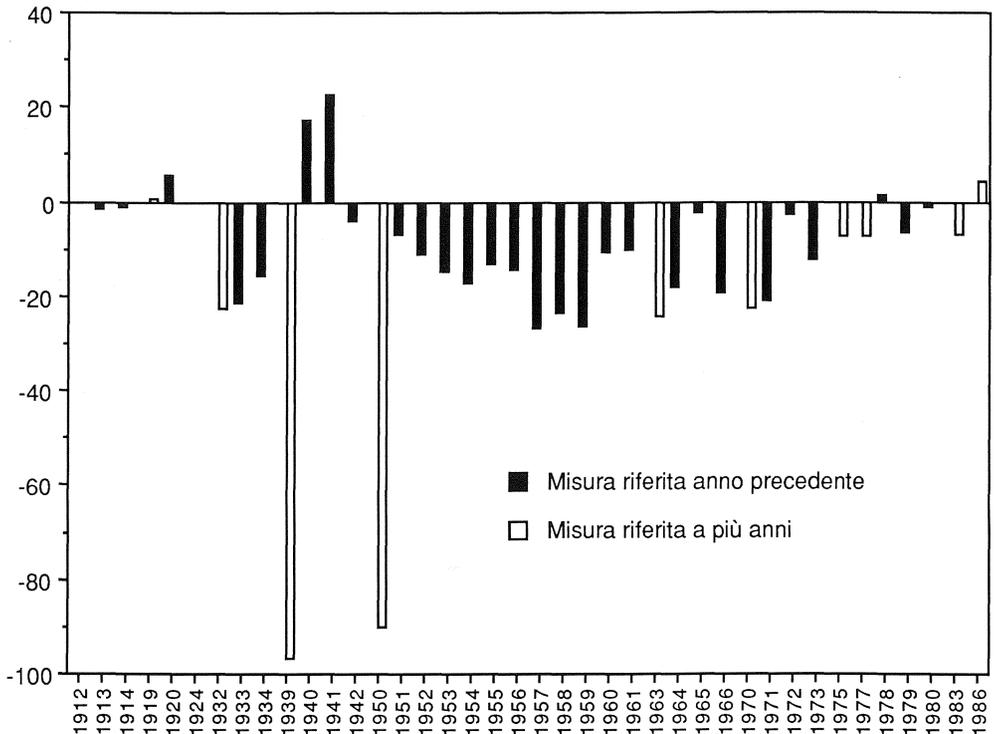


Fig. 7 - Variazioni della fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale. In ascissa sono indicati gli anni nei quali sono state effettuate rilevazioni glaciologiche. I valori delle variazioni sono riferiti all'anno in cui è stata effettuata la misura precedente.

di 5 nuovi caposaldi, collegato con il segnale posto nel 1950. Nel 1983 venne collocato un nuovo transetto più prossimo alla fronte (GRAMIGNA, 1985), raccordato al precedente.

Sulla base dei dati riportati dagli operatori glaciologici è stato possibile ricostruire un diagramma delle variazioni frontali ed una curva tempo-distanza relativi al ghiacciaio di Pisgana occidentale, per il periodo compreso tra il 1912 ed il 1986 (figg. 7 e 8). Si evidenzia un generale arretramento della fronte. Si precisa che la curva tempo-distanza prende in considerazione il ritiro di 650 m stimato da SAIBENE (1951) tra il 1920 ed il 1950 e indica un arretramento totale di circa 1000 m.

La curva tempo-distanza (fig. 8) è stata elaborata sulla base dei valori di variazione della fronte riferite a singoli segnali fino al 1964; successivamente, è stata ottenuta considerando la media delle variazioni riferite a più segnali. Quest'ultimo tratto di curva può essere ricavato anche utilizzando i valori riferiti al segnale «NS» di SAIBENE (1951), successivamente sostituito, nel 1964, dal segnale S5 dello stesso operatore (SAIBENE, 1967). I due diversi tipi di elaborazione danno una differenza totale di alcuni metri soltanto.

Avanzate della fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale sono indicate intorno al 1920 (circa 6 m), tra il 1939 ed il 1941 (circa 40 m), tra il 1977 ed il 1978 (1,7 m) e tra il 1983 ed il 1986 (4,75 m). Gli ultimi due valori sono stati ottenuti calcolando la media delle distanze della fronte, rispettivamente, da tre e quattro segnali.

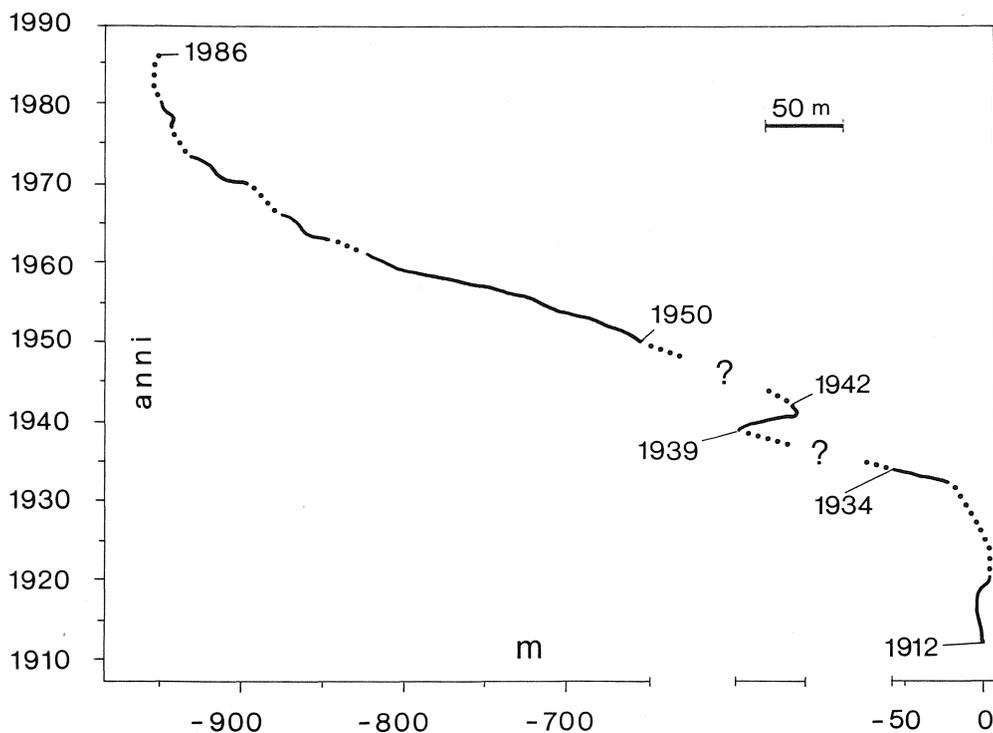


Fig. 8 - Curva tempo-distanza della fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale. Lo zero è riferito al 1912, anno in cui sono iniziate le misurazioni. Le interruzioni della curva, tra il 1934 ed il 1939 e tra il 1942 ed il 1950, sottolineano periodi privi di rilevazioni. Tra il 1920 ed il 1950 SAIBENE (1951) indicò un ritiro totale di circa 650 m. Questa indicazione trova riscontro nell'analisi dei documenti cartografici, pur non risultando evidenziata dalla somma dei ritiri rilevati nelle campagne glaciologiche (Tab. I).

Per quanto riguarda il ghiacciaio di Pisgana orientale, non è possibile costruire una rappresentativa curva tempo-distanza, in quanto le osservazioni sono state effettuate saltuariamente e per brevi periodi. I dati disponibili sono riassunti in tab. II.

Il ghiacciaio di Pisgana centrale è stato osservato solo all'inizio degli anni '50 (SAIBENE, 1953 e 1954). Nel 1953 venne rilevato un ritiro di circa 3 m rispetto all'anno precedente (la fronte era ubicata a 2780 m di quota).

6.3. Analisi della documentazione cartografica e fotografica

L'esame comparato della documentazione cartografica e fotografica reperita ha consentito di ricostruire alcune tappe delle variazioni delle fronti della Vedretta di Pisgana. I documenti analizzati sono dettagliatamente descritti in appendice 1. Il più antico di questi risale al 1816, ma solo a partire dal 1885 essi forniscono dati quantitativi. Le informazioni più significative circa l'andamento topografico della Vedretta di Pisgana occidentale sono riportate in fig. 9. Le prime rappresentazioni cartografiche (I.G.M., 1885; K.U.K., 1892; D.u.Oe.A.V., 1903) indicano i tre ghiacciai ampiamente saldati tra loro; solo alcuni piccoli spuntoni rocciosi separano il

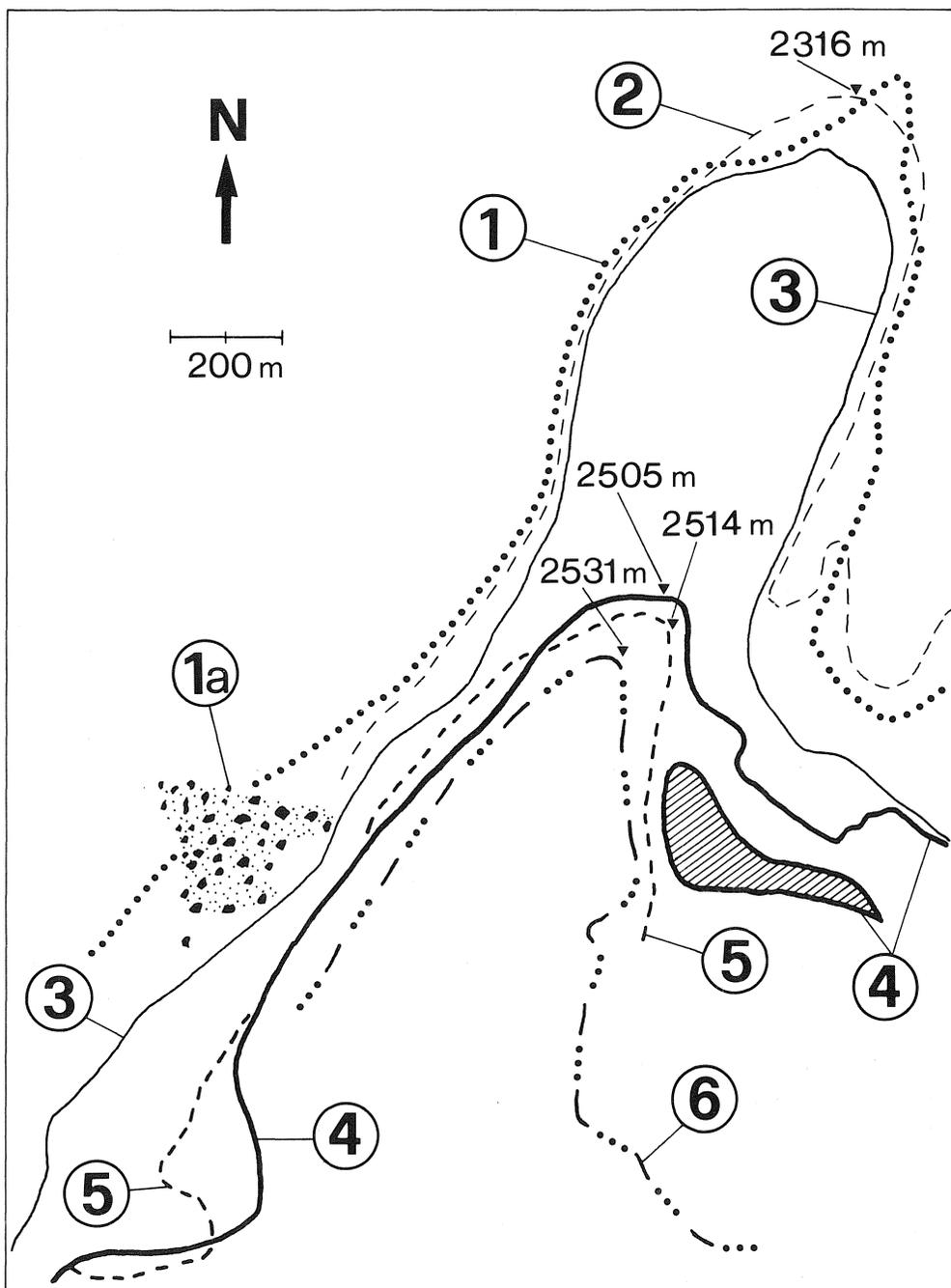


Fig. 9 - Variazione della Vedretta di Pisgana desunta da documenti cartografici. 1) I.G.M., 1885; 1a) detrito sopragliaciale. 2) D.u.Oe. A.V., 1903. 3) I.G.M., 1931. 4) C.N.R., 1961 (l'area tratteggiata indica uno sperone roccioso affiorante all'interno del ghiacciaio). 5) I.G.M., 1973. 6) C.T.R., 1984.

data	Descrizione	Rifer. bibl.	Negativo
1908	Fra i crepacci del Pisgana	GNECCHI 1908	De-Manzoni
? 1910	Ghiacciaio di Pisgana orientale dalla strada del Tonale	C.A.I.-BS, album ined.	De-Manzoni
? 1910	Superficie del ghiacciaio Pisgana occid. e del ghiacciaio Payer	C.A.I.-BS, album ined.	De-Manzoni
* 08.1914	Il ghiacciaio di Pisgana occidentale	MERCIAI 1915	Merciai
08.1914	Il ghiacciaio di Pisgana orientale	MERCIAI 1915	Merciai
* 1917	Ghiacciaio di Pisgana occidentale dalla stazione intermedia della teleferica per il Lago Scuro	MARTINELLI 1973	
1915-18	Ghiacciaio di Pisgana occidentale innevato dalla stazione intermedia per il Lago Scuro (?)	C.A.I.-BS, album ined.	
* 21.07.1920	Ghiacciai di Pisgana orientale e occidentale dal piano sinistro di V. Narcanello	MERCIAI 1925	Merciai
1921	Ghiacciaio di Pisgana occid. dal C.no Lago Scuro	MERCIAI 1925	Gnecchi
* 1934	L'alta Val Narcanello coi ghiacciai Payer inferiore, Pisgana orientale e occidentale	C.N.R. 1961	Zanderighi
08.1939	Ghiacciai di Pisgana	BIANCHI e DAL PIAZ 1940	Dal Piaz
? 1951	Innevamento del ghiacciaio di Pisgana occidentale	ALBERTINI 1952	Albertini?
? 1951	Innevamento del ghiacciaio di Pisgana orientale	ALBERTINI 1952	Albertini?
1958	Il ghiacciaio Payer superiore	C.N.R. 1961	Saibene
1958	Il ghiacciaio Payer inferiore	C.N.R. 1961	Saibene
1958	Il ghiacciaio di Pisgana orientale	C.N.R. 1961	Saibene
1958	Il ghiacciaio di Pisgana centrale	C.N.R. 1961	Saibene
1958	Il ghiacciaio di Pisgana occidentale e la vistosa <i>kame</i>	C.N.R. 1961	Saibene
1959	Testata della V. Narcanello	C.N.R. 1961	Bettoni
09.1977	Fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale	SMIRAGLIA 1979	Smiraglia
09.1977	Forme di accumulo e fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale	SMIRAGLIA 1979	Smiraglia
1977	Coni di ghiaccio alla fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale	Inedito	Parisi
17.09.1980	Ghiacciaio di Pisgana orientale	CATASTA 1981	Catasta-Smiraglia
18.09.1983	Ghiacciaio di Pisgana occidentale	GRAMEGNA 1985	Gramegna
pre 1986	"Coni di ghiaccio", fronte del Pisgana occidentale (foto speculare)	SMIRAGLIA 1986	Smiraglia
pre 1986	Fronte del ghiacciaio Pisgana orientale	SMIRAGLIA 1986	Smiraglia
pre 1986	Parte terminale della lingua di Pisgana occidentale e piccoli ghiacciai Payer	SMIRAGLIA 1986	Smiraglia
pre 1986	Bacino collettore del Pisgana occidentale	SMIRAGLIA 1986	Smiraglia

Tab. IV - Elenco delle fotografie reperite raffiguranti la Vedretta di Pisgana. Con l'asterisco vengono indicate le foto pubblicate nella figura 10.

ghiacciaio di Pisgana occidentale dagli altri (vedi appendice 1). Le più recenti rappresentazioni dell'I.G.M. (1931 e 1973), confermate anche dal Catasto dei ghiacciai (C.N.R., 1961), evidenziano una progressiva e sempre più netta separazione delle tre porzioni della Vedretta di Pisgana.

Il ghiacciaio Pisgana orientale presenta notevoli differenze nelle varie rappresentazioni cartografiche, soprattutto per quanto riguarda la sua larghezza. Inoltre, la posizione desunta dal Catasto dei ghiacciai italiani (C.N.R., 1961) si discosta notevolmente dalle altre rappresentazioni.

Solo il ghiacciaio di Pisgana occidentale mostra variazioni congruenti ed apprezzabili quantitativamente. La posizione più avanzata è rappresentata nella carta I.G.M. del 1885 e vede la fronte lanceolata che si affaccia sul salto di quota 2300 m circa. Nel 1903 (D.u.Oe. A.V.) la fronte, di poche decine di metri arretrata, presenta un margine arrotondato e termina a quota 2316 m. Analogo profilo mostra la fronte nella tavoletta dell'I.G.M. aggiornata nel 1931, che indica un arretramento di circa 100 m rispetto al 1903. La fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale ha stazionato per lungo tempo nei pressi del salto di quota 2300 m, come indicato anche da diversi documenti fotografici di epoca compresa tra il 1914 ed il 1939 (tab. IV e fig. 10).

Tra i primi anni del secolo ed il 1970 (I.G.M., 1973) si osserva un notevole ritiro del ghiacciaio di Pisgana occidentale, valutabile in circa 800 m in planimetria, per un dislivello di 198 m. Il dato planimetrico si ottiene misurando la distanza, sulla tavoletta I.G.M. del 1973, tra il limite inferiore del ghiacciaio nel 1970 (2514 m) e la quota della fronte (2316 m) nella carta della D.u.Oe. A.V. (1903). Analogamente, riportando sulla sezione Val d'Avio della C.T.R. le quote di 2316 (quota fronte in D.u.Oe. A.V., 1903) o 2318 (quota segnale presso la fronte in DE GASPERI, 1913) si ottiene, fino ad oggi, un ritiro di circa 1000 m. Pur rilevando discrepanze tra le quote riportate nei documenti cartografici citati, si nota che, in tutte le carte, il salto in roccia, presso il quale terminava la fronte nel 1903, è posto a 2300 m circa.

Anche dalla fig. 9, che ripropone la ricostruzione dei margini del ghiacciaio di Pisgana occidentale effettuata sulla base dei documenti cartografici, si evince un ritiro di circa 1000 m tra la posizione della fronte nel 1903 e nel 1970, paragonabile a quello sopra indicato.

Un ritiro dell'ordine di circa 1000 m, desumibile dall'analisi dei documenti cartografici, è in disaccordo con quanto calcolato sulla base dei dati raccolti dagli operatori glaciologici, che indicano un arretramento di circa 500 m, confermato anche in SMIRAGLIA (1979) per il periodo 1924-84. Prendendo invece in considerazione il ritiro stimato da SAIBENE (1951) in 650 m per il periodo 1920-50, si ottiene un arretramento totale di circa 1000 m, in accordo quindi con quanto indicato dai documenti cartografici. Inoltre, la quota di stazionamento della fronte nel 1950 (2350 m) è congruente con il ritiro indicato e con le misure delle successive campagne glaciologiche. Le valutazioni sopra indicate trovano conferma anche nei dati di seguito elencati.

— Il segnale «B» di DE GASPERI (1913), collocato nel 1912 a 10,5 m dalla fronte a quota 2316, indica che il margine glaciale si trovava presso la balza di quota 2300 m circa e quindi in prossimità della posizione indicata in D.u.Oe. A.V. (1903).

— Il ghiacciaio stazionava nella stessa zona ancora nel 1914, come dimostrato da una fotografia di MERCIAI (1915; fig. 10).

— Varie fotografie dei primi decenni del secolo (tab. IV, fig. 10) mostrano la fronte del ghiacciaio poco arretrata rispetto al gradino roccioso posto a 2300 m, a quote diverse da quelle espressamente indicate dagli operatori glaciologici negli stessi anni. Significativo è il confronto tra la quota di 2395,62 m indicata da TEDESCHI (1935) per la fronte del ghiacciaio di Pisgana nel 1934 e la contemporanea fotografia di

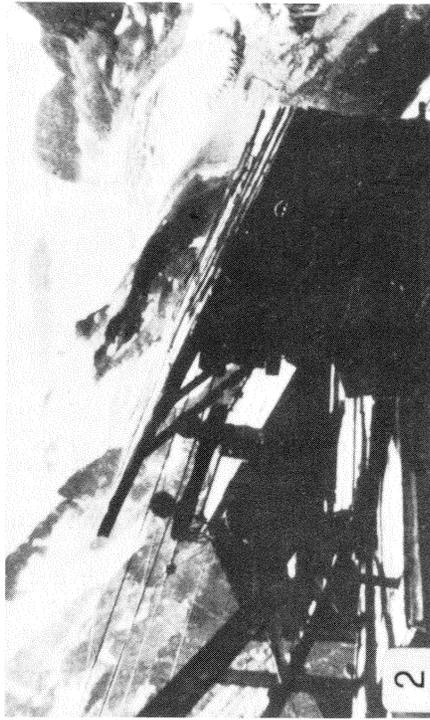


Fig. 10 - La fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale tra il 1914 e il 1934. Di seguito sono indicate le opere dalle quali sono state tratte le foto e la loro data di esecuzione. 1) MERCIAI (1915), agosto 1914; 2) MARTINELLI (1973), 1917?; 3) MERCIAI (1925), 21 luglio 1920; 4) C.N.R. (1961), 1934.

Zanderighi (C.N.R., 1961): in tale foto (fig. 10) il ghiacciaio si spingeva ben più a valle della quota di 2400 m, che rappresenta la base di una marcata rottura di pendio, oltre la quale il ghiacciaio si spingeva, dopo aver dato origine ad una evidente seraccata. Questo fatto spiega, da solo, un errore di circa 200/250 m nella valutazione dell'entità dell'arretramento.

— La rappresentazione cartografica dell'I.G.M., aggiornata al 1931, vede la fronte arretrata di circa 100 m soltanto rispetto alla posizione indicata nel 1903.

Le rappresentazioni cartografiche più recenti mostrano un progressivo e costante ritiro della fronte, fino alla quota 2531 m circa nella sezione Valle d'Avio (D3e1) della Carta Tecnica Regionale.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La V. Narcanello è caratterizzata, nella sua parte sommitale, dalla Vedretta di Pisgana e dal relativo apparato morenico. Il ghiacciaio è alimentato da un ampio bacino ed è distinto in tre parti principali: Pisgana orientale, centrale ed occidentale. Altre due piccole masse glaciali albergano a SW di C.ma Payer. La media valle è, invece, caratterizzata da ampi coni di origine mista, costruiti con il contributo di valanghe e di lobi di *debris-flow*.

Le variazioni oloceniche della Vedretta di Pisgana sono maggiormente documentate presso la fronte della sua porzione occidentale, che presenta un apparato morenico molto articolato, sventrato nella parte frontale. Le morene più antiche sono riferibili al Tardiglaciale e sono rappresentate da lembi discontinui di argini depressi, a profilo arrotondato.

È stato possibile datare una delle avanzate oloceniche della Vedretta di Pisgana. La morena olocenica più esterna del settore sinistro (S8) ricopre un suolo che ha fornito un'età di 3015 ± 75 anni ^{14}C BP (GX-14712). Questa data costituisce un'età massima per la morena citata, mentre la data di 2345 ± 125 anni ^{14}C BP (GX-14710), ottenuta da un bacino interposto tra la parete rocciosa e la morena affilata e continua (S6), ad essa appena più interna, costituisce un'età minima per l'avanzata. Le età indicate, calibrate secondo STUIVER e REIMER (1986), indicano un'espansione della Vedretta di Pisgana attribuibile al Neoglaciale, avvenuta in un'epoca compresa tra 3350/3086 e 2706/2207 anni BP. In questo intervallo cronologico si colloca la fase di avanzata culminata intorno a 2800/3000 anni BP, ben nota in letteratura e riconosciuta per la prima volta in Italia sul Ghiacciaio dei Forni da OROMBELLI e PELFINI (1985).

Le due morene laterali S6 e D9, alte, continue ed affilate, sono state comunemente attribuite al secolo scorso. Si tratta di morene di sovrapposizione e, localmente, di accrezione, come documentato dalle caratteristiche sedimentologiche e confermato dai dati lichenometrici. L'argine di sinistra (S6) però sorregge un piccolo bacino, che ha fornito la sopra citata data di 2345 ± 125 anni ^{14}C BP (GX-14710). Ciò dimostra che l'edificazione di tale morena è iniziata almeno a partire dal III millennio BP ed è proseguita fino al secolo scorso. Ne consegue che il ghiacciaio di Pisgana occidentale, nel corso dell'Olocene, ha raggiunto dimensioni che non sono mai state superiori a quelle del XIX sec.; anche OROMBELLI e PELFINI (1985) ritengono che le avanzate oloceniche siano state della stessa entità di quelle della Piccola Glaciazione e solo eccezionalmente ne abbiano oltrepassato i margini.

Sulla base dei documenti cartografici e fotografici reperiti è stato possibile individuare un ritiro di quasi 1000 m tra i primi anni di questo secolo (1903-1912) ed il 1984. Il ritiro del ghiacciaio di Pisgana occidentale è documentato anche dai dati

desunti dalle campagne glaciologiche, sebbene vi siano discrepanze sull'entità dell'arretramento, come indicato anche da SAIBENE (1951). La curva tempo-distanza ricostruita in base ai dati citati (fig. 8), nell'ambito del generale ritiro iniziato nel 1924, individua alcune avanzate intorno al 1920 (6,7 m), tra il 1939 e il 1941 (40,2 m), nel 1977 (1,7 m) e tra il 1982 ed il 1986 (4,75 m).

La consistente differenza tra l'arretramento indicato dai documenti cartografici e quello desunto dalla curva tempo-distanza si colloca nel periodo anteriore al 1950.

B I B L I O G R A F I A

- ALBERTINI R., 1952 - *Alcune osservazioni sull'innevamento in rapporto alle condizioni di taluni ghiacciai delle Valli di Narcane e dell'Avio*. St. Trent. Sc. Nat., 29 (1-2): 3-16.
- ANDREATTA C., BIANCHI A., COLBERTALDO (DI) D., DAL PIAZ G.B., FENOGLIO M., MALARODA R., RIEDEL A., SCHIAVINATO G., TRENER G.B. e TREVISAN L., 1953 - *Carta Geologica delle Tre Venezie. Foglio 20, M. Adamello*. Scala 1:100.000. Uff. Idr. Mag. Acque di Venezia. Firenze.
- BARONI C. e CARTON A., 1987 - *Geomorfologia della Valle dell'Avio (Gruppo dell'Adamello)*. Natura Bresciana, 23 (1986): 3-47.
- BARONI C. e CARTON A., 1990 - *Carta geomorfologica della Val Miller e della Conca del Baitone*. Natura Bresciana, 25 (1988): 5-25.
- BELLONI S., CATASTA G. e SMIRAGLIA C., 1986 - *Parametri climatici e variazioni glaciali nel periodo 1950-1982*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 8 (2; 1985): 97-123.
- BELLONI S., CATASTA G. e SMIRAGLIA C., 1988 - *Un sessantennio di variazioni dei ghiacciai italiani*. C.A.I. Il Bollettino, Annuario del Comitato Scientifico Centrale, 87: 65-75.
- BIANCHI A., CALLEGARI E. e JOBSTRAIBIZER P.G., 1970 - *I tipi petrografici fondamentali del plutone dell'Adamello. Tonaliti-quarzodioriti-granodioriti e loro varietà leucocratiche*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 27: 1-148 (con schizzo geologico 1:200.000).
- BIANCHI A. e DAL PIAZ G.B., 1940 - *Il settore nord-occidentale del massiccio dell'Adamello. Relazione preliminare sul rilevamento e sugli studi geologico-petrografici compiuti durante l'anno 1939 nell'alta Val Camonica*. Boll. R. Uff. Geol. It., 65: 1-18.
- BIANCHI A. e DAL PIAZ G.B., 1948 - *Differenziazioni petrografiche e metamorfismi selettivi di contatto nel massiccio dell'Adamello*. Rend. Soc. Miner. It., 5: 79-102.
- CALLEGARI E., 1983 - *Note introduttive alla geologia del massiccio dell'Adamello*. In: *Il magmatismo tardo-alpino nelle Alpi. Escursione Adamello-Bregaglia*. Soc. Geol. It. - Soc. It. Miner. Petr.: 14-18.
- CALLEGARI E., 1985 - *Geological and petrological aspects of the magmatic activity at Adamello (Northern Italy)*. Mem. Soc. Geol. It., 26 (1983): 83-103.
- CALLEGARI E. e DAL PIAZ G.B., 1973 - *Field relationships between the main igneous masses of the Adamello intrusiv massif (Northern Italy)*. Mem. Ist. Geol. e Miner. Univ. Padova, 29: 3-39.
- CASTIGLIONI G.B., 1961 - *I depositi morenici del Gruppo Adamello-Presanella con particolare riguardo agli stadi postwürmiani*. Mem. Ist. Geol. e Miner. Univ. Padova, 23: 3-131.
- CATASTA G., 1981 - *Relazioni della campagna glaciologica 1980. Ghiacciai del Gruppo Adamello*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 4 (2): 177.
- CHARDON M., 1975 - *Les Préalpes Lombardes et leur bordures*. Thèse Univer. Aix-Marseille, 4 nov. 1972, 2 v.: 1-655.
- C.N.R. - COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, 1961 - *Catasto dei ghiacciai italiani. Anno geofisico 1957-1958*. III: *Ghiacciai della Lombardia e dell'Ortles-Cevedale*. Torino: 1-389.
- CORNELIUS H.P. e FURLANI CORNELIUS M., 1930 - *Die insubrische Linie vom Tessin bis zum Tonalepass*. Denkschr. Ak. d. Wiss., Kl. Math. Nat., 102: 207-302.
- DE GASPERI G.B., 1913 - *Osservazioni sui ghiacciai del Pisgana, del Venerocolo e d'Avio nel Gruppo dell'Adamello (Valcamonica)*. Riv. C.A.I., 32 (2): 82-83.
- DE GASPERI G.B., 1922 - *Osservazioni sui ghiacciai del Gruppo dell'Adamello*. Mem. Geogr. di G. Dainelli. Firenze: 279-290.

- DEL MORO A., PARDINI G.C., QUERCIOLO C., VILLA I. e CALLEGARI E., 1985 - *Rb/Sr and K/Ar chronology of Adamello granitoids, southern Alps*. Mem. Soc. Geol. It., 26 (1983): 285-299.
- GNECCHI A., 1908 - *Le montagne dell'Alta Valle Camonica. Guida alpina*. A cura della Sezione di Brescia del C.A.I.-G.L.A.S.G. Luzzago, Brescia.
- G.N.G.F.G. - C.N.R., 1986 - *Ricerche geomorfologiche nell'Alta Val di Pejo (Gruppo del Cevedale)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 9 (2): 137-191.
- G.N.G.F.G. - C.N.R., 1988 - *Nuovi dati per lo studio dei rock-glacier del Gruppo Ortles-Cevedale (Alpi)*. Riv. Geogr. It., 94 (4): 425-450.
- GRAMEGNA F., 1985 - *Relazioni della campagna glaciologica 1983. Ghiacciai del Gruppo Adamello*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 7 (2; 1984): 77-78.
- KLEBERSBERGHER (von) R., 1936 - *Die «Stadien» der Gletscher in der Alpen*. Verhandl. der III Inter. Quartär-Konferenz, Wien: 102-105.
- MARSON L., 1906 - *Sui ghiacciai dell'Adamello-Presanella (alto bacino del Sarca-Mincio)*. Boll. Soc. Geogr. It., s. IV, 6: 546-568.
- MARTINELLI V., 1973 - *Adamello, Ieri-oggi. 3. La Grande Guerra: gli anni 1917 e 1918*. Vannini, Brescia.
- MERCIAI G., 1915 - *Escursioni e osservazioni nell'alta Valcamonica e nella Valfurva*. Riv. C.A.I., 34 (3): 82-83.
- MERCIAI G., 1921a - *Attorno ai ghiacciai dell'Adamello. Relazione della campagna glaciologica eseguita nell'estate 1919*. Boll. Com. Glac. It., s. I, 4: 169-184.
- MERCIAI G., 1921b - *Sulle variazioni dei principali ghiacciai del Gruppo dell'Adamello*. Boll. Soc. Geol. It., 60: 129-138.
- MERCIAI G., 1925 - *I ghiacciai del Gruppo dell'Adamello*. Boll. Com. Glac. It., s. I, 6: 86-177.
- MOTTANA A. e SCHIAVINATO G., 1973 - *Metamorfismo regionale e di contatto nel settore nord-occidentale del Massiccio dell'Adamello*. Mem. Ist. Geol. e Miner. Univ. Padova, 29: 1-70.
- OROMBELLI G. e PELFINI M., 1985 - *Una fase di avanzata glaciale nell'Olocene superiore, precedente alla Piccola Glaciazione, nelle Alpi Centrali*. Rend. Soc. Geol. It., 8: 17-20.
- OROMBELLI G. e PORTER S.C., 1983 - *Lichen growth curves for the southern flank of the Mont Blanc Massif, Western Italian Alps*. Arctic. and Alpine Research, 15: 207-237.
- PENCK A. e BRUECKNER E., 1909 - *Die Alpen im Eiszeitalter. 3*, Tauchnitz, Leipzig.
- PRUDENZINI P., 1895 - *Il Gruppo dell'Adamello fra la Valle Camonica e il Trentino*. Boll. C.A.I., 28 (61): 137-194.
- SACCHI P., 1986 - *Adamello. Guida dei monti d'Italia. II*. C.A.I.-T.C.I. Milano.
- SAIBENE C., 1951 - *Il glacialismo attuale nella Val di Narcane (Adamello)*. Boll. Com. Glac. It., s. II, 2: 47-55.
- SAIBENE C., 1952-1976 - *Relazioni sulle campagne glaciologiche nel gruppo dell'Adamello-Ghiacciaio Pisgana*. Boll. Com. Glac. It., s. II, 3, (1952); 5 (1953); 6 (1954); 7 (1955); 8 (1956); 9 (1961); 10 (1963); 11 (1964); 13 (1966); 14 (1967); 15 (1969); 17 (1970a); 18 (1970b) 19 (1971); 20 (1972); 21 (1973); 24 (1976).
- SAIBENE C., 1953 - *Revisione dei ghiacciai del versante lombardo dell'Adamello*. Boll. Com. Glac. It., s. II, 4: 231-260.
- SAIBENE C., 1978 - *Relazioni della campagna glaciologica 1977. Ghiacciai del Gruppo Adamello*. Geogr. Fis. Dinam. Quat. 1 (1): 94-95.
- SALOMON W., 1895 - *Ueber die Contactmineralien der Adamello-Gruppe*. Tischer. Mineral. Petrograph. Mitt., s. II, 15:159-183.
- SALOMON W., 1908-1910 - *Die Adamellogruppe, Ein alpinen Zentralmassiv, und Bedeutung für die Gebirgsbildung und unsere Kenntnis von dem Mechanismus der Intrusionen*. Abhandl. k.k. geol. R. Anst. Wien, 21, pt. 1: 1-433. 22 pt. 2: 435-603.
- SCHIAVINATO G., 1951 - *Relazione sul rilevamento geologico-petrografico del Gruppo del Baitone (Adamello nord-occidentale)*. Rend. Soc. It. Miner., 7: 94-107.
- SCHIAVINATO G., 1973 - *Carta geologica del Gruppo del Baitone, scala 1:50.000*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, 29.
- SMIRAGLIA C., 1979 - *Particolari forme di deposito glaciale nell'area terminale del Ghiacciaio del Pisgana (Alpi Retiche, gruppo dell'Adamello)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 2: 167-172.
- SMIRAGLIA C., 1980 - *Relazioni della campagna glaciologica 1979. Ghiacciai del Gruppo Adamello*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 3 (2): 114.
- SMIRAGLIA C., 1981 - *Relazioni della campagna glaciologica 1980. Ghiacciai del Gruppo Adamello*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 4 (2): 177-178.
- SMIRAGLIA C., 1986 - *I ghiacciai della Provincia di Brescia*. Adamello (periodico della sezione di Brescia del C.A.I.), 60: 12-14.
- STELLA G., 1989 - *Relazioni della campagna glaciologica 1986. Ghiacciai del Gruppo Adamello*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 11 (2; 1988): 265.
- STUIVER M. e REIMER P.J., 1986 - *A computer program for radiocarbon age calibration*. Radiocarbon, 28 (2B): 1022-1030.
- TEDESCHI R., 1933-1935 - *Relazioni delle campagne glaciologiche. Gruppo dell'Adamello-Ghiacciaio Pisgana*. Boll. Com. Glac. It., s. I, 13 (1933); 14 (1935); 15 (1935).

- VANNI M., 1970 - *Variazioni dei ghiacciai italiani negli anni 1965, 1966, 1967, 1968*. Boll. Com. Glac. It., s. II, 16: 20.
- VILLA G.M., 1940-1945 - *Relazioni delle campagne glaciologiche. Gruppo dell'Adamello-Ghiacciaio Pissagna*. Boll. Com. Glac. It. s. I, 20 (1940); 21 (1941); 22 (1942); 23 (1945).
- VISENTIN J.E. e ZANETTIN B., 1968 - *Genesi di cornubianiti a staurolite - granato - andalusite - cordierite nell'aureola di contatto dell'Adamello*. St. Trent. Sc. Nat., N.S., sez. A, 45 (2): 224-245.

Indirizzo degli Autori:

CARLO BARONI, Museo Civico di Scienze Naturali, via Ozanam 4 - 25128 BRESCIA
ALBERTO CARTON, Istituto di Geologia, Università degli Studi di Modena, C.so Vittorio Emanuele
II 59 - 41100 MODENA

ELENCO E DESCRIZIONE DEI DOCUMENTI CARTOGRAFICI

Nella carta *La Valle Camonica* foglio di supplemento alla Carta della Provincia di Bergamo, pubblicata dal MANZINI, del 1816 alla scala 1:100.000, non vengono rappresentati ghiacciai.

Nella *Carta topografica del Regno Lombardo-Veneto* del 1833 sono indicate masse glaciali prive di toponimi in testata della V. Narca. La rappresentazione è inadeguata e non è utilizzabile per gli scopi del presente lavoro.

Anche la carta della *Provincia di Brescia* di NAYMILLER (1868-1871), pur riportando ghiacciai nel Gruppo dell'Adamello, non è sufficientemente dettagliata.

Lo schizzo topografico di PRUDENZINI e RAFFAGLIO (PRUDENZINI, 1885) alla scala 1:80.000, risulta incompleto e schematico e non fornisce indicazioni circa le quote delle fronti e la presenza di depositi morenici. Con la stessa dizione (Vedretta di Pisgana) vengono indicati due distinti apparati glaciali, il cui andamento planimetrico non corrisponde ad altre coeve rappresentazioni.

La *tavoletta Temù* della Carta d'Italia alla scala 1:25.000, F° 20 IV SO, derivata dalla levata del 1885 (I.G.M., 1885), indica la presenza di tre corpi glaciali: la Vedretta di Pisgana, corrispondente agli attuali omonimi ghiacciai centrale ed occidentale (n° cat. 577 e 576), un ghiacciaio privo di nome corrispondente all'attuale Pisgana orientale (n° cat. 575) ed una terza placca non ben definita corrispondente agli attuali ghiacciai Payer inferiore e superiore (n° cat. 573 e 574). Il corpo glaciale orientale risulta saldato alla Vedretta di Pisgana in più punti, attraverso alcune insellature del costone che li separa. Si individua una porzione centrale che si insinua tra alcuni spuntoni rocciosi, costituendo quello che in seguito venne definito ghiacciaio di Pisgana centrale. La fronte del ghiacciaio occidentale mostra una pronunciata appendice che si insinua in una strettura della valle. Sulla sinistra è indicata una stretta traccia di morena laterale; a S della C.ma di Salimmo è cartografato del detrito grossolano sopraglaciale. La colata orientale è a diretto contatto con la roccia e si affaccia sulla V. Narcanello con una fronte arrotondata. Non si ottengono informazioni dirette sulle quote delle fronti.

La *Specialkarte von Oesterreich-Ungarn*, zone 21 coll. III Tione und M. Adamello (K.U.K. MILITÄER-GEOGRAPHISCHEN INSTITUTES, 1892), alla scala 1:75.000, indica quattro distinti ghiacciai in V. Narcanello, corrispondenti nel Catasto C.N.R. (1961), ai ghiacciai di Pisgana occidentale, centrale, orientale e Payer (inferiore e superiore). Solo il primo viene contraddistinto da un toponimo: Vedretta di Pisgana. Il ghiacciaio di Pisgana orientale mostra una fronte arrotondata e rigonfia e risulta ben separato da quello attualmente definito centrale che, nella rappresentazione in oggetto, scende con una stretta lingua lanceolata. Nella parte superiore è strettamente collegato alla lingua occidentale, mentre nella parte terminale una costa rocciosa separa nettamente le due lingue. Pur non essendo indicate le quote delle fronti, né le curve di livello, sembra possibile affermare che la lingua occidentale si spingesse fino al ripiano sovrastante il salto di q 2300 circa (quota C.T.R.). La fronte è tozza, rigonfia ed arrotondata; sulla sinistra viene rappresentata una protuberanza ubicata in una conca posta a NE di C.ma di Salimmo, separata dal corpo principale da un allineamento di massi (morena?). Questa evidenza potrebbe rappresentare semplicemente un nevaio, in quanto nella precedente carta (I.G.M., 1885) tale area non appare occupata dal ghiacciaio. La stessa base topografica sopra descritta, è stata utilizzata da SALOMON come supporto per la *Geologische Karte der Adamello-Gruppe* (1908). I ghiacciai risultano in maggior evidenza e, per la prima volta, vengono cartografate le morene della fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale.

La *Karte der Adamello- und Presanella-Gruppe* alla scala 1:50.000 del Deutsch und Oesterreich Alpen Verein (D.U.O.E. A.V., 1903) costituisce una delle migliori rappresentazioni cartografiche antiche. Nel documento in oggetto viene indicato un unico ghiacciaio denominato Vedretta del Pisgana, che si articola in due lingue corrispondenti alle attuali lingue dei ghiacciai di Pisgana occidentale ed orientale (C.N.R., 1961). La vedretta attualmente definita di Pisgana centrale non risulta assolutamente evidenziata. La porzione orientale della Vedretta del Pisgana (attuale ghiacciaio di Pisgana orientale) non è così isolata dal corpo principale come viene rappresentata nella *Specialkarte von Oesterreich-Ungarn, Tione und M. Adamello* (K.U.K. MILITÄER-GEOGRAPHISCHEN INSTITUTES, 1892). Per quanto riguarda il ghiacciaio di Pisgana occidentale, sono ben evidenziate due affilate morene laterali che terminano presso un salto in roccia. Viene espressamente indicata la quota della fronte (2316 m), che risulta rigonfia, arrotondata e leggermente arretrata rispetto al sopraccitato gradino. Sono segnalati diversi crepacci, radiali presso la fronte, trasversali più a monte. Il ghiacciaio di Pisgana orientale termina intorno a quota 2350 m. I ghiacciai Payer inferiore e superiore (C.N.R., 1961) appaiono uniti in una unica massa glaciale.

Nella carta schematica dei *Ghiacciai del Gruppo Adamello-Presanella* alla scala 1:170.000 circa, associata al lavoro di MARSON (1906), risultano ben individuate le fronti dei ghiacciai di Pisgana orientale, centrale ed occidentale. Nelle zone terminali sono indicate schematicamente alcune morene. Non sono indicate le quote delle fronti. La carta riporta anche i rifugi ed i passi principali.

Al volumetto *Le montagne dell'alta Valle Camonica* di GNECCHI (1908) sono allegati alcuni schizzi, due dei quali rappresentano la Vedretta del Pisgana. Questi ultimi, alla scala 1:50.000, vennero disegnati

da W. Laeng e sono riferiti, il primo al Gruppo di Castellaccio-Pisgana, il secondo al Gruppo di «Corno» Salimmo. La rappresentazione dei ghiacciai della V. Narcanello è analoga in ambedue le carte. In particolare, la Vedretta del Pisgana occidentale mostra una fronte rotonda ed apparentemente rigonfia, marginata da morene laterali, il cui andamento sembra leggermente diverso nelle due rappresentazioni. Questo fatto sembra esclusivamente imputabile all'esecuzione dei disegni. L'elemento che qualifica maggiormente il secondo schizzo (Gruppo di Corno Salimmo) è costituito dalla indicazione della quota della fronte della lingua occidentale del Pisgana (2316 m), che coincide con quella della carta del D.u.Oe. A.V. (1903). In corrispondenza del ghiacciaio Payer (distinto attualmente in superiore ed inferiore) si individua un'unica massa glaciale.

La *tavoletta Temù*, della Carta d'Italia alla scala 1:25.000 *F° 20 IV SO*, derivata dal rilievo del 1885 e dalla levata austriaca del 1908, con aggiornamenti del 1931 (I.G.M. 1931), comprende tutti gli apparati glaciali della V. Narcanello. La stessa tavoletta, derivata dal rilievo al 50.000 del 1885 e dai rilievi austriaci del 1908, aggiornata con ricognizioni generali nel 1925 e parziali nel 1931, si presenta perfettamente identica all'edizione precedente. I ghiacciai Pisgana centrale ed occidentale costituiscono un unico corpo, indicato come Vedretta di Pisgana, mentre il ghiacciaio di Pisgana orientale è ben individuato, risultando separato dai precedenti da una ben delineata cresta rocciosa. Il contatto con i precedenti avviene attraverso un'unica insellatura ubicata a circa 0,5 km a NW del C.no di Bedole. Ben rappresentate sono le morene laterali della lingua occidentale e quella laterale sinistra della lingua orientale. Massi allineati sono cartografati in prossimità della fronte del ghiacciaio occidentale e presso il margine NE della porzione attualmente definita come ghiacciaio di Pisgana centrale. Per mancanza di punti quotati e di curve di livello, non è possibile valutare direttamente la posizione delle fronti. Il confronto con la stessa tavoletta derivata dalla levata del 1885 mostra un ritiro delle porzioni centrale ed occidentale della Vedretta di Pisgana. In particolare, la fronte del corpo occidentale non mostra l'appendice terminale, risultando arrotondata e mostrando un arretramento di circa 170 m, mentre la porzione centrale mostra un notevole ritiro, lasciando scoperta un'ampia porzione di rocce e detriti. Il ritiro è valutabile in oltre 500 m. Un altro ghiacciaio diviso nella parte mediana da uno spuntone roccioso allungato in direzione meridiana, corrisponde agli attuali ghiacciai Payer superiore ed inferiore. Lungo il margine occidentale, antistante alla fronte, è cartografata un'estesa coltre detritica a grandi massi. Anche in questo caso non si hanno indicazioni dirette della quota della fronte.

La *Carta alpinistica dei dintorni di Ponte di Legno*, alla scala 1:25.000, tratta a cura di BERNASCONI dai tipi dell'I.G.M. ripropone la stessa mappatura delle dimensioni e delle forme dei ghiacciai riportata nella tavoletta I.G.M. Temù aggiornata al 1931. La carta è priva di data e si presume risalga agli anni '30. Il documento si differenzia dalle tavolette I.G.M. per due motivi sostanziali: la presenza di curve di livello sui ghiacciai e una maggior caratterizzazione dei crepacci. In base ai dati riportati le quote delle fronti dei ghiacciai di Pisgana occidentale e orientale sono entrambe poste a circa 2350 m s.l.m., mentre il limite inferiore del ghiacciaio Payer raggiunge approssimativamente quota 2600 m.

La *tavoletta Temù*, della Carta d'Italia alla scala 1:25.000 *F° 20 IV SO*, edizione 5-1973 aggiornata al 1970 (I.G.M., 1973), indica la Vedretta di Pisgana suddivisa in tre porzioni, con un evidente sperone roccioso all'interno della porzione occidentale, la cui fronte è quotata a 2514 m. La porzione orientale è molto allungata all'interno di un canalone e spinge la sua fronte fino a quota 2360 circa. I ghiacciai Payer inferiore e superiore sono ben separati tra loro e mostrano dimensioni ridotte rispetto alla tavoletta I.G.M., 1931.

La *sezione Valle d'Avio D3e1* della Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia, alla scala 1:10.000 (C.T.R., 1984), indica un'ulteriore riduzione della superficie del ghiacciaio e mostra una piccola appendice tra la porzione occidentale e quella centrale. La quota della fronte del ghiacciaio di Pisgana occidentale è circa 2531 m; quella del ghiacciaio orientale si trova a circa 2350 m. La porzione centrale della Vedretta di Pisgana presenta un margine assai frastagliato, risultando cartografate anche masse di neve. Vengono rappresentati i due ghiacciai Payer, dei quali quello superiore appare estremamente ridotto.

Due ulteriori ghiacciai sono indicati tra il Pisgana orientale ed i due ghiacciai Payer; si tratta, con ogni probabilità di nevai semipermanenti. Nell'insieme la rappresentazione dei ghiacciai non è estremamente accurata.

APPENDICE 2

DESCRIZIONE DEI PROFILI PEDOLOGICI

Profilo P1

Versante sinistro del bacino del ghiacciaio di Pisgana occidentale, tra la morena tardiglaciale e quella olocenica più esterna, intorno a quota 2545 m. Superficie pianeggiante tra alcuni dossi montonati interessati da un'estesa copertura di licheni. Vegetazione erbacea diffusa.

- A1 0-5 cm: grigio bruno molto scuro (10 YR 3/2); franco limoso; aggregazione granulare media moderatamente sviluppata; pori fini e medi scarsi; radici fini comuni; limite inferiore abrupto debolmente ondulato.
- B3 5-11 cm: bruno scuro (10 YR 3/3); sabbioso limoso, aggregazione granulare fine moderatamente espressa; radici fini e medie comuni; limite inferiore abrupto debolmente ondulato.
- II Ab 11-14 cm: grigio bruno molto scuro (10 YR 3/2); sabbioso limoso con pietre medie, scarse; sciolto; limite inferiore abrupto ondulato.
- II B2 14-18 cm: bruno (7.5 YR 4/4); sabbia grossolana, sciolta; radici piccole e medie comuni; discontinuo; limite inferiore abrupto ondulato.
- III Ab 18-24 cm: grigio molto scuro (10 YR 3/1); franco sabbioso; aggregazione granulare fine e media moderatamente sviluppata; radici fini e medie comuni; limite inferiore chiaro debolmente ondulato.
- IV Ab1 24-43 cm: nero (10 YR 2.5/1); franco limoso con lenti sabbiose di lamine biotitiche; screziature grigio bruno molto scure (10 YR 3/2); aggregazione lamellare fine ben sviluppata; radici scarse; limite inferiore graduale.
- IV Ab2 43-58 cm: nero (2.5 Y 2.5/0); franco limoso con ciottolotti subarrotondati comuni e pietre comuni; aggregazione granulare medio grossolana moderatamente espressa; limite inferiore abrupto ondulato. Un campione prelevato alla base di questo orizzonte ha fornito un'età di 6600 ± 100 anni ^{14}C BP (GX-14711).
- IV B3 58-60 cm: bruno (7.5 YR 4/4); ghiaietto a matrice sabbioso limosa, sciolto; limite inferiore abrupto, fortemente ondulato.
- R 60 cm ed oltre: quarzodiorite biotitica della V. d'Avio.

Profilo P2

Sinistra del ghiacciaio di Pisgana occidentale, sommità della morena tardiglaciale. Pietrosità diffusa; copertura vegetale (erbacea). Quota 2510 m.

- O 0-3 cm: feltro di radici erbacee.
- A1 3-23 cm: nero (10 YR 2.5/1); franco limoso con ciottolotti frequenti, pietre piccole e medie comuni; aggregazione granulare media moderatamente espressa, radici piccole e medie frequenti; limite inferiore abrupto debolmente ondulato.
- B2 23-35 cm: tra bruno rossastro scuro (5 YR 3/4) e bruno scuro (7.5 YR 3/2); sabbioso franco; sciolto; radici fini e medie comuni; limite inferiore lineare graduale.
- B3 35-45 cm: bruno, bruno giallastro (10 YR 5/3-4); sabbia grossolana, sciolta; screziature bruno rossastre scure (5 YR 3/4) e bruno scure (7.5 YR 3/2); limite inferiore graduale.
- C 45-55 cm ed oltre: *diamict* massivo a supporto di matrice sabbiosa grossolana, bruna e bruno giallastra (10 YR 5/3-4); limite inferiore non raggiunto.

Profilo P3

Versante destro, spezzone interno dell'argine esterno, bipartito; quota 2320 m. Sommità dell'argine.

- A1 0-2 cm: nero (10 YR 2.5/1); sabbioso limoso, scheletro di pietre piccole e grandi subangolari comuni; sciolto; copertura vegetale (erbe e muschi) discontinua che può dare origine ad un feltro di radici; radici erbacee fini e medie frequenti anche nelle zone prive di copertura vegetale; limite inferiore chiaro ondulato.
- A/C 2-25 cm: grigio bruno (10 YR 5/2); da franco sabbioso a sabbioso, pietre (dai ciottoli ai massi) da comuni ad abbondanti; sciolto, pori comuni medi e grandi; limite inferiore graduale, ondulato e discontinuo.
- C 25-50 cm ed oltre: *diamict* massivo a supporto clastico; limite inferiore non raggiunto. La pietrosità superficiale di questo argine è molto elevata; la matrice sabbiosa sulla quale si sviluppa il suolo è discontinua, risultando localizzata solo in alcune tasche delimitate dai massi.

Profilo P4

Depressione tra la parete rocciosa e la morena sinistra del ghiacciaio di Pisgana occidentale, intorno a quota 2600 m. Presenza di una falda detrica discontinua; superficie sub-pianeggiante con copertura

vegetale (erbe e muschi) presente a luoghi.

- A1 0-5 cm: grigio molto scuro (10 YR 3/1); franco sabbioso; aggregazione granulare media debolmente espressa, pori fini comuni; radici erbacee fini scarse.
- C₁ 5-11 cm: grigio bruno scuro (2.5 Y 4/2); franco sabbioso con piccole lenti sabbiose; sciolto; limite inferiore abrupto ondulato.
- C₂ 11-17 cm: grigio, sabbia grossolana sciolta; limite inferiore abrupto ondulato.
- C₃ 17-22 cm: grigio bruno scuro (2.5 Y 4/2) con screziature grigio bruno molto scure (10 YR 3/2); da limoso a franco limoso, laminato; aggregazione lamellare media e grande, ben sviluppata; limite inferiore abrupto piano parallelo.
- II Ab 22-24 cm: grigio bruno molto scuro (10 YR 3/2); franco limoso con pietre piccole e medie comuni; aggregazione lamellare fine moderatamente sviluppata; limite inferiore abrupto fortemente ondulato.
- II C 24-32 cm: grigio, sabbia grossolana con ciottoli; sciolto; limite inferiore abrupto ondulato.
- III Ab 32-43 cm: grigio molto scuro (10 YR 3/1); franco limoso, pietre piccole e grandi comuni; aggregazione lamellare media e grossolana ben sviluppata; alla base delle lamine sono presenti livelletti millimetrici di biotite; limite inferiore abrupto fortemente ondulato. Un campione prelevato alla base di questo orizzonte ha fornito un'età di 2345 ± 125 anni ¹⁴C BP (GX-14710).
- III C 43-60 cm ed oltre: sabbia grossolana grigia e ghiaietto con pietre di grandi dimensioni; sciolto; limite inferiore non raggiunto.

Profili P5 e P6

Versante sinistro del bacino del ghiacciaio di Pisgana occidentale, tra la morena tardiglaciale e quella olocenica più esterna, intorno a quota 2545 m. Superficie inclinata; presenza di massi sparsi; vegetazione erbacea diffusa, con presenza di arbusti.

Profilo P5

- O 0-3 cm: feltro di radici fini e medie, con una matrice franco-limosa grigio bruna molto scura (10 YR 3/2); limite inferiore chiaro debolmente ondulato.
- A1 3-40 cm: grigio molto scuro (10 YR 3/1); franco limoso; pietre medie e grandi comuni; aggregazione granulare media moderatamente sviluppata, discontinua; presenza di superfici di discontinuità da sub-parallele alla superficie a involute (nell'insieme questo orizzonte ha una struttura caotica, probabilmente connessa a movimento ed accumulo lungo il versante); pori medi e grandi frequenti; radici fini e medie comuni; limite inferiore abrupto debolmente ondulato.
- Ab 40-63 cm: nero (10 YR 2.5/1) con lenti discontinue bruno scure (7.5 YR 3/2); franco limoso con scheletro di ciottoli centimetrici comuni; aggregazione da lamellare a grumosa media moderatamente sviluppata; pori fini e medi comuni; radici fini e medie comuni; limite inferiore abrupto ondulato (anche questo orizzonte sembra localmente rimobilizzato lungo il versante: le lenti bruno scure sembrano lembi dell'orizzonte sottostante).
- B2 63-75 cm: bruno scuro (7.5 YR 3/2); franco limoso; aggregazione granulare fine debolmente espressa; radici fini e medie comuni; limite inferiore non raggiunto.

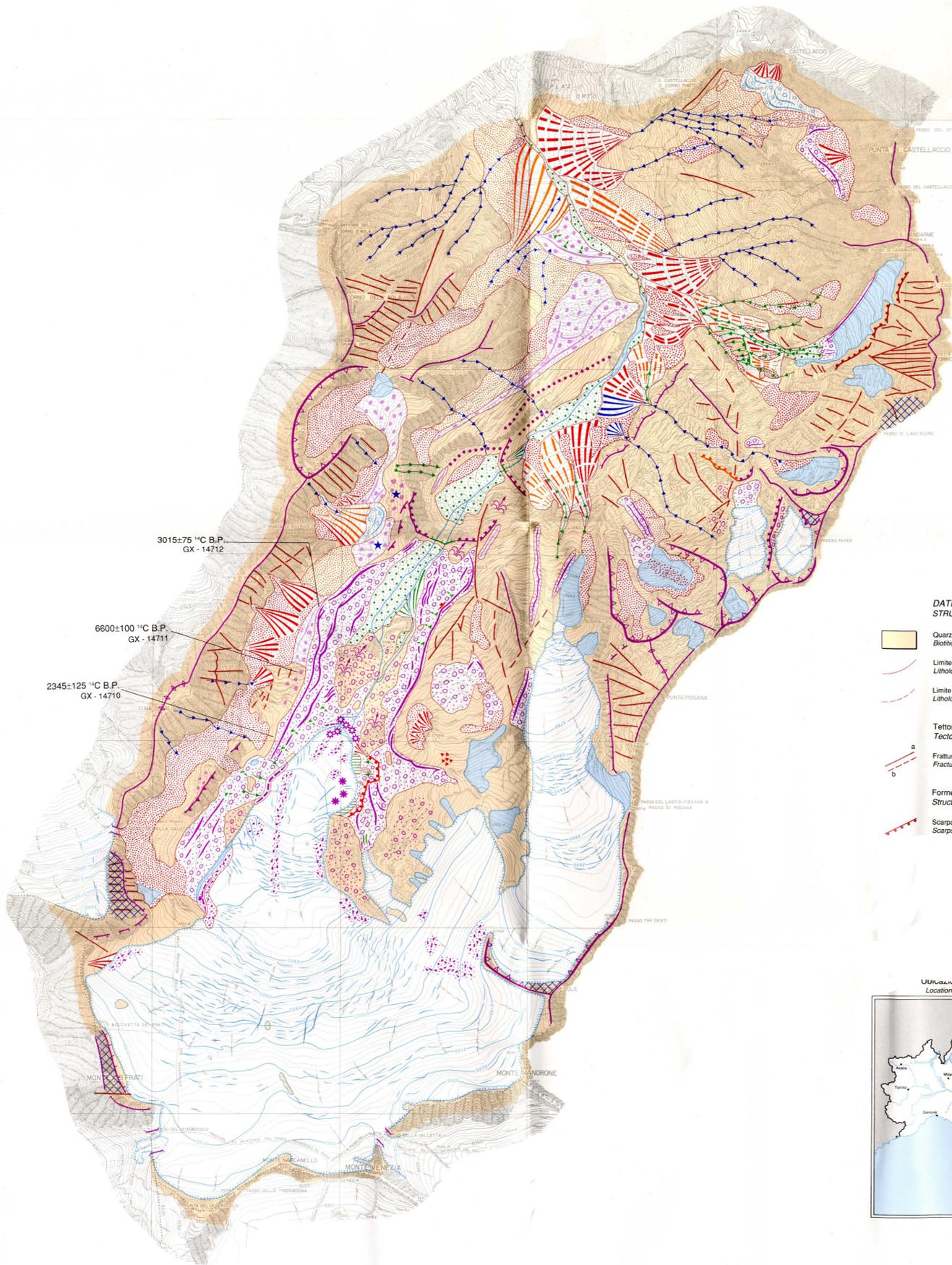
Profilo P6

- O 0-2 cm: feltro di radici fini e medie, con una matrice franco-limosa grigio bruna molto scura (10 YR 3/2); limite inferiore chiaro debolmente ondulato.
- A1 2-7 cm: grigio molto scuro (10 YR 3/1); franco limoso; pietre medie e grandi comuni; aggregazione granulare media moderatamente sviluppata, discontinua; presenza di superfici di discontinuità da sub-parallele alla superficie a involute (nell'insieme questo orizzonte ha una struttura caotica, probabilmente connessa a movimento ed accumulo lungo il versante); pori medi e grandi frequenti; radici fini e medie comuni; limite inferiore abrupto debolmente ondulato.
- 7-34 cm: masso di quarzodiorite.
- Ab 34-45 cm: nero (10 YR 2.5/1); franco limoso con scheletro di ciottoli centimetrici comuni; aggregazione da lamellare a grumosa media moderatamente sviluppata; pori fini e medi comuni; radici fini e medie comuni; limite inferiore abrupto debolmente ondulato. Un campione prelevato da questo orizzonte ha fornito un'età di 3015 ± 75 anni ¹⁴C BP (GX-14712).
- B2 45-70 cm: bruno scuro (7.5 YR 3/2); franco sabbioso; aggregazione granulare fine debolmente espressa; radici fini e medie comuni; limite inferiore abrupto fortemente ondulato.
- C 70-100 cm ed oltre: *diamict* massivo a supporto clastico.

CARTA GEOMORFOLOGICA DELL'ALTA VAL NARCANELLO (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali)

GEOMORFOLOGICAL MAP OF THE UPPER VAL NARCARELLO (Adamello Group, Central Alps)

Scala 1:15.000 Scale
0 200 400 600 800 1000m
Equisdanza fra le curve di livello a 10



DATI STRUTTURALI
STRUCTURAL DATA

- Quarzodiorite biotitica tipo Val d'Avio
Biotitic Quarz-diorite of the Val d'Avio
- Limite litologico certo
Lithologic boundary, certain
- Limite litologico presunto
Lithologic boundary, assumed
- Tettonica
Tectonics
- Frattura e/o faglia: a) certa; b) presunta
Fracture and/or fault: a) certain; b) presumed
- Forme strutturali
Structural landforms
- Scarpata
Scarps



IDROGRAFIA ED ELEMENTI DEL GLACIALISMO ATTUALE		HYDROGRAPHY AND FEATURES OF PRESENT-DAY GLACIATION	
Corso d'acqua perenne		Perennial stream	
Corso d'acqua temporaneo		Temporary stream	
Lago		Lake	
Limite di ghiacciaio		Glacier boundary	
Nevaio semipermanente		Snow field	
Crepaccio		Crevasse	
FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLO SCORRIMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E FLUVIOGLACIALI		LANDFORMS AND DEPOSITS DUE TO RUNNING WATERS (PARTLY FLUVIOGLACIAL)	
Forme di erosione		Erosional landforms	
Scarpata		Scarp	
Cascata		Waterfall	
Intaglio nella morena		Notch across moraine	
Solco di ruscellamento concentrato		Gully	
Superficie interessata da ruscellamento		Surface affected by rill wash	
Forme di accumulo e depositi		Constructional landforms and deposits	
Conoide di deiezione		Alluvial fan	
Deposito torrentizio con tessitura dai massi alle sabbie		Stream deposit with texture from boulder to sand	
Deposito di kame a nucleo di ghiaccio		Kame deposit (ice cored)	
FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLA GRAVITÀ		LANDFORMS AND DEPOSITS DUE TO GRAVITY	
Forme di erosione		Erosional landforms	
Scarpata di degradazione e/o di frana		Degradational and/or landslide scarp	
Forme di accumulo e depositi		Constructional landforms and deposits	
Accumulo di frana		Landslide deposit	
Cono detritico: a) lobo di debris flow		Talus cone: a) debris flow lobe	
Cono di origine mista (debris flow e valanghe)		Debris flow and avalanche cone	
Falda detritica: grossi blocchi		Scree slope: big boulders	
FORME E DEPOSITI GLACIALI		GLACIAL LANDFORMS AND DEPOSITS	
Forme di erosione		Erosional landforms	
Cresta rocciosa: a) netta; b) smussata		Rocky crest-line: a) sharp; b) rounded	
Orlo di circo		Edge of cirque	
Scarpata di erosione s.l.		Erosional scarp	
Rocce montonate; direzione di movimento del ghiaccio (strie, intaccature semilunari, etc...)		Roches moutonnées; ice flow direction (striations, crescentic gauges, etc...)	
Gradino di valle glaciale (Riegel)		Step of trough (Riegel)	
Gradino di spalla glaciale		Step of glacial shoulder	
Limite di area glacializzata		Limit of ice-covered area	
Sella di transfluenza		Transfluence saddle	
Forme di accumulo e depositi		Constructional landforms and deposits	
Cordone morenico		Moraine ridge	
Deposito sopragliaciale; tavola di ghiaccio; cono detritico a nucleo di ghiaccio		Supraglacial debris; ice table; dirt cone	
Deposito glaciale con spessore superiore al metro		Glacial deposit more than 1 m thick	
Deposito glaciale sparso con spessore inferiore al metro		Glacial deposit less than 1 m thick	
FORME E DEPOSITI CROGENICI E NIVALI		CRYOGENIC AND NIVATION LANDFORMS AND DEPOSITS	
Forme di erosione		Erosional landforms	
Canalone di valanga		Avalanche track	
Forme di accumulo e depositi		Constructional landforms and deposits	
Cono di valanga		Avalanche cone	
Rock glacier		Rock glacier	
Forme legate al gelo discontinuo e/o alla neve (suoli strutturati)		Landforms due to discontinuous frost action and/or to snow (patterned ground)	
Superficie relitta (Pleistocene)		Relict surface (Pleistocene)	
Data ¹⁴ C e relativa sigla di laboratorio	3015±75 °C yr B.P. GX-14712	¹⁴ C date and related laboratory number	