

## IL QUATERNARIO DEL TRENINO SUD-OCCIDENTALE I - CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI DEPOSITI QUATERNARI TRA LA VAL RENDENA E CIMA TOSA CASTEL DEI CAMOSCI (Gruppo di Brenta)

F. Petrucci - R. Cavazzini

Istituto di Geologia, Geografia e Paleontologia dell'Università degli Studi di Parma

**RIASSUNTO** - *Il Quaternario del Trentino Sud-occidentale. I - Carta geomorfologica e dei depositi quaternari tra la Val Rendena e Cima Tosa-Castel dei Camosci (Gruppo di Brenta)* - *Il Quaternario*, 5(2), 1992, p. 163-172 - Il rilevamento cartografico presentato è stato effettuato alla scala 1:25.000 per un'area di circa 100 km<sup>2</sup>; esso ricopre una parte del territorio che si estende a settentrione del lago di Garda tra la Val Rendena e la Val D'Adige e di cui si sta completando lo studio. Le ricerche hanno portato alla identificazione delle correnti di deflusso glaciale verso l'area del Benaco. I depositi quaternari cartografati sono in genere poco potenti e in affioramenti discontinui con diverse facies di ambiente continentale, dal glaciale al postglaciale. Depositi morenici e lembi di morenico relitto o scheletrico attribuibili all'ultimo pleniglaciale sono presenti in Val Rendena a quote comprese tra i 700 e i 1600 metri. In Val d'Algone, più a oriente, affiorano depositi analoghi fra 950 e 1750 metri di altezza. In queste valli si trovano solo depositi e non cordoni morenici, anche se gli affioramenti sono allineati lungo fasce alle quote citate. L'«antichità» di questi depositi è basata sulla provenienza degli elementi litologici che testimoniano un apporto glaciale che comprende l'intero bacino di monte. Il tardoglaciale (riferito alle fasi di ritiro) è presente in Val Rendena con un allineamento continuo di depositi morenici tagliato dai corsi d'acqua affluenti in sponda sinistra e, in prevalenza, con materiali litoidi locali, in quanto l'apporto glaciale da monte si andava riducendo. Il fronte di questa pulsazione tardoglaciale avrebbe raggiunto la località di Pelugo, ma sarebbe stata erosa e/o ricoperta dai conoidi che costituiscono l'ampio fondovalle. Gli analoghi depositi in sponda destra sono erosi e, quindi, frammentari. Cerchie stadiali più recenti sono presenti in due valli affluenti nella Val Rendena poco a Sud di Pinzolo, e precisamente in Val Farine che sbocca in località Giustino e in quella limitrofa che scende su Vadaione. La Val Manez, più ad oriente è priva di depositi morenici stadiali, mentre sui contrafforti di Cima Tosa si ritrovano cerchie recenti ed attuali. In tutta l'area al momento del ritiro dei ghiacciai si è innescata sui versanti una forte attività erosiva, responsabile della demolizione dei depositi. L'erosione è accentuata sul versante orientale della val di Nambi verso Cima Tosa, da cui si irradiano le ultime vedrette in via di completo ritiro. Sensibile è pure lo squilibrio presente nella Val Rendena anche se in apparenza più contenuto. Le valli secondarie si raccordano con conoidi attivi che riversano quantità enormi di materiali nell'alveo del F. Sarca, che il corso d'acqua non riesce a smaltire pur avendo un forte potere erosivo. L'apparente equilibrio dell'alveo del Sarca viene infatti controllato artificialmente con una costante opera di manutenzione. Nella nota si fa un particolare richiamo all'isostasia, talora trascurata nelle ricerche sui movimenti verticali dell'area alpina, soggetta a più coperture glaciali e all'attuale deglaciazione. Nell'ambito delle ricerche è stata pure attentamente analizzata la tettonica recente: in quest'area non sono stati individuati riscontri sul terreno, ma solo indizi di incerta validità.

**ABSTRACT** - *The Quaternary of Southwestern Trentino - I - Map of the geomorphology and the quaternary deposits between the Rendena Valley and Cima Tosa-Castel dei Camosci (Brenta Group)* - *Il Quaternario*, 5(2), 1992, p. 163-172 - This cartographic survey was performed on a 1:25,000 scale over an area of some 100 sq.km; it covers part of the territory extending north of Lake Garda, between the Rendena and Adige valleys. The study of the entire territory is about to be completed (Fig. 1). During this study the directions of glacial flow towards the Benaco area have been identified (Fig. 2). The mapped quaternary deposits are not very thick and outcrop discontinuously with continental facies varying from glacial to postglacial. Morainic deposits or strips of relic or skeletal morainic material attributable to the last glacial peak are present in Rendena Valley between 700 and 1,600 m a.s.l. In the Algone Valley, further to the east, similar deposits outcrop between 950 and 1,750 m a.s.l. In these valleys only morainic deposits are present and, although they are lined up at the above elevations, they do not seem to represent real morainic ridges. The «antiquity» of these deposits is proved by the lithological fragments evidencing a glacial provenance from the entire uphill area. Retreat late glacial phases in the Rendena Valley are present as a continuous alignment of morainic deposits made up of local materials, as the glacial input from uphill was gradually decreasing. All this is cut by the affluent streams of the left bank. The front of this glacial pulse could have reached Pelugo, but it was probably eroded and covered by the alluvial fans of the wide valley bottom. The remnants of such deposits deeply eroded are discontinuously present on the right bank. More recent stadial cirques are present in two of the affluent valleys of the Rendena Valley slightly on the south of Pinzolo: i.e. in the Farine Valley ending at Giustino; and the other ending uphill of Vadaione. The Manez Valley, further to the east, does not contain stadial morainic deposits, whereas on the ramparts of Cima Tosa there are recent and contemporaneous cirques. At the retreat of the glaciers, a strong erosive activity was triggered all over the area. Erosive processes are particularly active on the eastern bank of the Nambi Valley near Cima Tosa, from which radiate the last semi-extinct vedrettes. Significant, albeit not as strong, is the unbalance in the Rendena Valley. Secondary valleys open on active conoids supplying enormous amounts of material to the bed of the stream Sarca. This stream, despite its strong erosive power, is incapable of removing such large amounts. The apparent balance of the river Sarca is controlled through a constant programme of maintenance. In the paper isostasy problems are also discussed. This phenomenon is at times overlooked during the study of vertical movements, although the alpine region was subjected to repeated glaciations and deglaciations including the present one. Also recent tectonic phenomena have been carefully considered; in this area, however, only clues of questionable validity have been found, no firm evidence has been identified yet.

Parole chiave: Geologia del Quaternario, geomorfologia, glacialismo, neotettonica  
Key-words: Quaternary geology, geomorphology, glacialism, neotectonics

## 1. PREMESSA

La cartografia dell'intera area studiata, ancora in fase di revisione, è racchiusa in un poligono quadrangolare i cui vertici sono Pinzolo (Val Rendena) e Riva del Garda ad occidente, ad oriente il vertice settentrionale è Lavis nella Val d'Adige e quello meridionale corrisponde alla grande frana dei Lavini di Marco che scende sul fondo valle Adige a sud di Rovereto (Fig. 1).

La cartografia è stata eseguita alla scala 1:25.000, di conseguenza l'elaborato finale sarebbe stato particolarmente esteso e si sarebbe dovuto scindere in più fogli per ragioni tipografiche; questo ha sconsigliato di presentare l'intera ricerca e le relative note illustrative in un'unica soluzione, optando per la pubblicazione di più carte. Ne consegue un'uscita parziale ma immediata dei dati, utili per una eventuale discussione sui primi risultati ottenuti. L'area si estende per circa 1200 km<sup>2</sup> e la sua rappresentazione grafica è stata curata nei dettagli e con revisioni locali nelle zone più significative.

Si è ritenuto opportuno presentare la *Carta geomorfologica e dei depositi quaternari tra la Val Rendena e Cima Tosa-Castel dei Camosci (Gruppo di Brenta), Provincia di Trento*, come primo elaborato cartografico, corredato da brevi note; l'area di circa 100 km<sup>2</sup>, in un settore delle Alpi centro-meridionali con forti dislivelli, comprende parte del bacino del fiume Sarca che è il solo grande immissario del lago di Garda.

L'anfiteatro morenico del Garda è stato oggetto di approfondite ricerche da parte di Sergio Venzo, fin dal lontano 1944, i cui risultati sono stati pubblicati nel 1957, 1961, 1965 e nei Fogli n. 47 Brescia (1968), n. 48 Peschiera del Garda (1969), e relative *Note illustrative*, della Nuova Carta Geologica d'Italia.

Al contrario sono poco note e per molti aspetti non omogenee le informazioni bibliografiche sulle vie di deflusso e afflusso glaciale che hanno contribuito alla costruzione dell'imponente anfiteatro glaciale benacense nel versante sud delle Alpi.

Questa ricerca, iniziata negli anni '80, è basata sul rilevamento cartografico e su una accurata revisione bibliografica di quanti si sono interessati ai problemi del Quaternario nel territorio in esame.

La maggior parte delle indagini svolte sono infatti rivolte allo studio geologico-strutturale del substrato, ritenendo di secondaria importanza le coperture e le forme quaternarie, che talora sono addirittura considerate un intralcio alla visione continua delle sottostanti formazioni.

In particolare hanno dato un contributo valido alla comprensione dell'evoluzione quaternaria regionale B. Castiglioni (1936), L. Trevisan (1939) e G.B. Castiglioni (1961).

Per colmare questa carenza si è presa in conside-

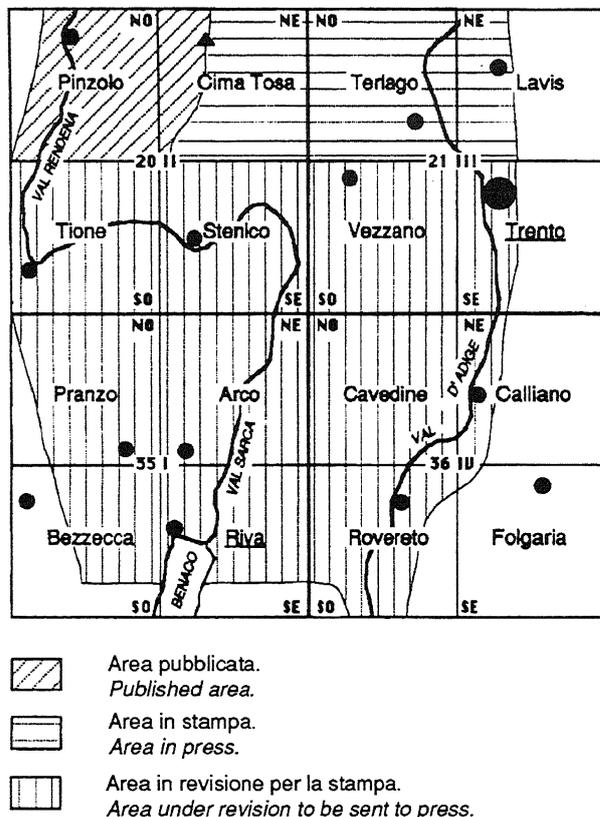


Fig. 1 - Carta indice.  
Index map.

razione la zona posta a nord del lago partendo dai contrafforti meridionali dei grandi rilievi montuosi dell'Adamello - Presanella, Gruppo di Brenta (Cima Tosa) e La Paganella, fino alla Val Lagarina all'altezza di Lavis.

L'attuale bacino idrografico, rispetto a quello glaciale che confluiva nella depressione tettonica benacense, è notevolmente ristretto e sotto l'aspetto ambientale dimostra che un grande lago può vivere nonostante i limitati apporti idrici e le forti insidie antropiche. Esso copre un'area di circa 2290 km<sup>2</sup>, di cui ben 360 sono occupati dallo specchio d'acqua; parte delle acque sono sotto l'attuale livello del mare. Di conseguenza si ha un lentissimo ricambio idrico, sull'ordine di 28 anni. Queste considerazioni devono richiamare l'attenzione sulla necessità di impedire ogni forma di inquinamento che possa alterare l'equilibrio naturale del lago.

Si è calcolato che durante l'ultimo maximum glaciale l'ampiezza del bacino che afferiva nel Benaco doveva essere di circa 10.500 km<sup>2</sup>, valore che non doveva variare di molto nei precedenti glaciali. La valle dell'Adige è stata la grande tributaria di questo bacino, in quanto all'altezza di Lavis buona parte della corrente glaciale, attraverso la "depressione dei laghi" di la Mar, Santo, Terlago, S. Massenza e Toblino, si immetteva in quella meridionale della valle del Sarca attuale. La valle dell'Adige era tributaria al Garda anche con una corrente

glaciale proveniente da Mori che confluiva a Torbole nel settore settentrionale del lago con un salto morfologico la cui scarpata è caratterizzata da *marmitte dei giganti*, incise nei calcari dal torrente subglaciale. Queste e le altre vie di deflusso sono schematizzate in Figura 2.

La restante parte del flusso glaciale proseguiva verso Sud lungo la Val d'Adige fino all'altezza di Rivoli Veronese e costruiva un piccolo anfiteatro separato da quello benacense dalla Valle del T. Tasso.

## 2. SCOPO DELLA RICERCA

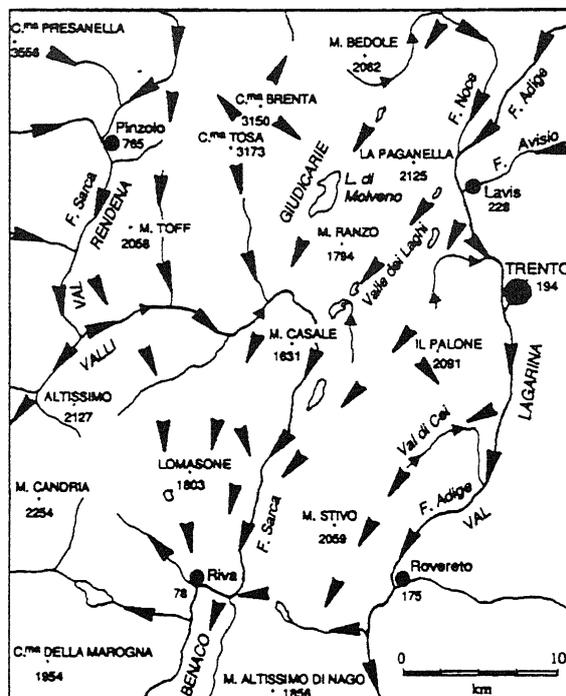
Uno dei temi dell'indagine è stato quello di ottenere dati omogenei sulle vie dei deflussi glaciali in una vasta regione e di determinare se l'area montuosa era ricoperta a calotta o interessata da più correnti glaciali. Fin d'ora si può affermare che, al di sopra di determinate quote, i versanti non dovrebbero essere stati soggetti a copertura, in quanto non vi sono stati rinvenuti morenici scheletrici o massi erratici. Da monte verso valle i ghiacciai si abbassavano progressivamente lungo precise direttrici, separati da alti crinali (Fig. 2).

Nel corso del rilevamento di campagna sono emersi dati significativi sullo scorrimento delle acque subglaciali che talora sono state condizionate dalla morfologia prequaternaria, mentre le correnti glaciali in più punti hanno confluito da una valle all'altra attraverso selle presenti sui crinali, fino a raggiungere la depressione del Benaco con percorsi più o meno rettilinei (Fig. 2).

E' stata eseguita una accurata ed omogenea cartografia dei depositi quaternari e delle singole facies nei diversi ambienti di formazione nonché uno studio delle forme morfologiche correlabili con i depositi, al fine di ottenere un quadro esauriente della storia geologica recente della regione. I depositi e le forme sono risultati discontinui e di non facili correlazioni stratigrafico-temporali ed areali e si è dovuto ricorrere all'ausilio delle analisi geomorfologiche e fotointerpretative per ottenere dei risultati soddisfacenti.

Dal postglaciale ad oggi il territorio è soggetto a degrado ambientale a causa delle severe condizioni pluviometeorologiche e, in parte, degli scompensi lasciati dalla morfologia glaciale. Di conseguenza i depositi e le forme quaternarie sono cancellati dall'erosione accelerata dei versanti, in particolare alle quote medio-alte. La foresta riesce a controllare il degrado nelle zone basse, le quali però lungo gli impluvi sono soggette a intensa erosione e a frequenti fenomeni di slavine e valanghe. La situazione si ripercuote direttamente sulla rete idrografica secondaria e principale, che presenta zone di accumulo anomalo, alternate a zone di forte incisione.

Particolare attenzione è stata pure rivolta alla valutazione della tettonica recente con la ricerca di precisi dati riscontrabili sul terreno. L'indagine sulla tettonica recente rientra nel progetto "Modelli palinospastici crostali Alpi-Appennino-Evoluzione postcollisionale: Compres-



- ▶ Deflusso glaciale - *Glacial flow*.
- ➔ Anomalia del reticolo idrografico - *Hydrographic network's anomaly*.

Fig. 2 - Carta delle linee di deflusso e principali transfluenze dei ghiacciai.

*Map of lines of flow and main transfluences of the glaciers.*

sione neogenica" e in seguito in quello "Mobilità tettonica neogenica e recente nelle Alpi e nelle aree peripadane", coordinati dal Gruppo di Ricerca C.N.R. per i problemi geologici della regione alpino-padana.

## 3. CENNI GEOLOGICO - STRUTTURALI

Il substrato è stato cartografato astraendo da ogni suddivisione formazionale e riportato sulla tavola con la colorazione gialla in quanto esulava dallo scopo della ricerca. Le formazioni prequaternarie sono state ampiamente studiate da molti Autori di diverse scuole anche in tempi recenti e si dispone di un'ottima documentazione cartografica alla quale si è fatto preciso riferimento, poiché l'evoluzione quaternaria è direttamente legata all'ambiente preesistente.

Opere particolarmente significative della bibliografia regionale, che sono servite di base al rilevamento del Quaternario sono state quelle di: L. Trevisan (1939), A. Castellarin (1972), A. Castellarin & O. Gatto (1981), A. Castellarin & G.B. Vai (1982: a, b), G. F. Peloso & P.L. Vercesi (1982), G. Cassinis & A. Castellarin (1988), A. Castellarin *et al.* (1988).

La regione rientra nel settore settentrionale dell'elemento strutturale Sudalpino, che è separato dall'

Austroalpino dalla "Linea Insubrica".

La "Linea delle Giudicarie Sud", localizzata in Carta sul fondovalle della Val Rendena tra Pinzolo e Pelugo, è orientata NNE-SSO e delimita a occidente il massiccio dell'Adamello; sul versante occidentale della valle affiora, infatti, il basamento cristallino con rocce intrusive granitoidi e metamorfiche prepermiane che si estendono a parte del versante orientale all'altezza del paese di Giustino e lungo la Val Farine fino al crinale proseguendo verso il M. Sabion più a Nord, poco fuori Carta, (v. Schema tettonico riportato sulla carta).

Ad oriente del lineamento L.G.S. fino alla Linea della Vedretta dei Camosci, prosecuzione verso nord della Linea Ballino-Garda, le unità stratigrafiche appartengono al Bacino Lombardo.

Quest'ultima linea tettonica è rappresentata in carta per un piccolo tratto nell'angolo di Nord-Est, prosegue verso S poco ad oriente del crinale Cima Tosa-Castel dei Camosci e separa il Bacino lombardo dalla Piattaforma Atesina.

Il Bacino Lombardo, che si estende dal versante sinistro della Val Rendena verso oriente, è costituito da un potente "piastrone" di porfidi quarziferi attribuiti al Permiano inferiore; la successione litostratigrafica prosegue con le "Siltiti di Collio" (Permiano inferiore), i "Conglomerati di Val Daone" (Permiano inferiore?), le "Arenarie di Val Gardena" (Permiano medio-superiore), per giungere al Cretacico superiore con le formazioni prevalentemente carbonatiche.

Le due principali linee tettoniche che interessano il bacino sono la Linea del Sabion in Val di Nambi che presenta caratteristiche di faglia inversa e la Linea della Val Manez che prosegue oltre il M. Toff sul versante occidentale. Entrambe queste linee sono disposte secondo l'orientamento giudicariense (Castellarin A., 1982 e Peloso G.F. & Vercesi P.L., 1982).

#### 4. CONSIDERAZIONI GENERALI

Il territorio di 100 km<sup>2</sup> cartografato è una parte della più vasta area studiata, attualmente in stampa o in fase di revisione per la stampa (Fig. 1). Le Carte di prossima pubblicazione verranno via via illustrate su questa rivista, fino alla copertura totale.

In questa prima nota ci si limita a presentare la Carta e a segnalare particolari eventi locali; l'ultimo elaborato cartografico sarà accompagnato da Note riguardanti l'intero studio e da considerazioni conclusive.

La tavola rappresenta in dettaglio la successione degli eventi quaternari ancora riscontrabili sul terreno e precisamente depositi e forme riferibili all'ultima espansione glaciale fino ai giorni nostri; non è stato possibile osservare alcuna testimonianza di eventi più antichi.

La sezione in calce alla tavola, è un tentativo di ricostruzione delle superfici e potenze dei ghiacciai che transitavano nell'area dall'ultimo *maximum* alle succes-

sive fasi stadiali fino ai nostri giorni; nella stessa sezione sono indicati gli spessori dei depositi quaternari.

Lo schema tettonico evidenzia i principali eventi strutturali; l'elaborato cartografico alla scala 1:25000 riporta l'insieme delle faglie rilevate, di cui alcune sono segnalazioni originali.

In tutto il territorio indagato gli affioramenti e le forme quaternarie si caratterizzano per la discontinuità e per gli spessori in genere limitati; i testimoni di affioramenti precedenti all'ultimo glaciale (fuori Carta) si possono considerare sporadici e relitti.

La scarsità e la frammentarietà dei depositi deve essere ritenuta una situazione normale, in quanto l'ultima avanzata glaciale è stata responsabile dell'asporto dei precedenti materiali di copertura e della oblitterazione delle forme più antiche. La ridotta presenza di depositi glaciali entro valle è invece dovuta alla scarsità dei materiali presenti nella fase di fusione definitiva del ghiacciaio; i depositi glaciali o strettamente morenici infravallivi hanno sempre spessori limitati, fino ai testimoni definiti scheletrici o sparsi.

Questa situazione può sembrare anomala se comparata con i potenti ed estesi anfiteatri frontali che si affacciano sulla pianura come quello del Garda; il fatto è del tutto normale in quanto il ghiacciaio nel corso dei millenni scorrendo verso valle trasporta il materiale litoide con continuità sulla fronte. Il ritiro in realtà è lo scioglimento del ghiaccio e per questo in ogni località si viene a depositare ciò che in quel momento il ghiacciaio trasporta.

Le eventuali morene frontali, laterali e a volte mediane, presenti entro valle, testimoniano che il ghiacciaio prima del definitivo ritiro ha avuto una o più pulsazioni di relativa avanzata.

Inoltre i depositi glaciali di fondovalle e a quote basse lungo i versanti sono stati per gran parte asportati dall'erosione o ricoperti dai depositi fluviali e quindi non sono più presenti o direttamente osservabili.

La Val Rendena da Pinzolo a Pelugo testimonia questa situazione. Un esempio ancora più significativo è costituito dal fondovalle Adige da Trento verso sud. Alcune perforazioni hanno mostrato le seguenti successioni litostratigrafiche: la pianura di fondovalle, ancora in formazione, in superficie è costituita da sedimenti fluviali, che ad una certa profondità si interdigitano con episodi lacustri più o meno potenti, mentre in prossimità della base del truogolo sono presenti depositi morenici di fondo. Un assetto analogo presenta la bassa Valle del Sarca da Arco al lago di Garda.

Il paesaggio è tuttora condizionato dagli elementi morfostrutturali neogenici, nonostante le reiterate fasi di maximum glaciale che si sono succedute nella regione con analoghi percorsi; le antiche morfologie sono ripercorse dall'attuale reticolo idrografico lungo le linee di maggior depressione. L'orientamento delle valli, in genere in direzione NNE-SSO, è determinato dal sistema

strutturale giudicariense; sempre per cause legate alla tettonica, alcune valli secondarie si dirigono verso NNE, piegando ad **U** al raccordo con le valli collettrici. Più limitato risulta il condizionamento dovuto al sistema scledense che tende ad orientare le valli verso SE. Le strutture valsuganesi hanno condizionato l'idrografia solo in minima parte con direzione ENE-OSO.

Il sistema strutturale giudicariense è stato, quindi, quello che ha maggiormente influito sui grandi deflussi glaciali diretti verso la profonda depressione tettonica benacense. Gli altri sistemi strutturali si sono limitati a deviare localmente il transito dei ghiacciai. Spesso i potenti accumuli glaciali travalicavano le depressioni dei crinali e scorrevano direttamente verso Sud.

La rete idrografica attuale, come quella legata allo scioglimento dei ghiacciai e in particolare i torrenti subglaciali, ha sempre seguito gli antichi percorsi prequaternari. Il fiume Sarca è un esempio tipico di scaricatore subglaciale, che da Tione a Ponte Sarche ha mantenuto un percorso con orientamento scledense, mentre gran parte del suo alveo prima e dopo questo tratto è stato controllato dalla tettonica giudicariense (Fig. 2).

L'analisi geomorfologica dimostra che l'attuale rete idrografica è in forte evoluzione dinamica e risente dell'ultimo condizionamento morfologico-glaciale.

La dinamica dei versanti e della rete idrografica attuale, pur condizionata da fenomeni locali legati alla recente morfologia glaciale, dal clima e, in alcuni settori, dalla tettonica recente, potrebbe anche dipendere dai movimenti isostatici dovuti allo scioglimento della potente e recente copertura glaciale.

Nel bacino padano e sulle Alpi in particolare il fenomeno isostatico è sostanzialmente trascurato, mentre questi lenti movimenti verticali dovrebbero essere oggetto di ricerca come avviene comunemente nell'Europa centro-settentrionale e nell'America del Nord. L'isostasia potrebbe inoltre aver influito e influire sulla tettonica recente, in particolare in aree sismogenetiche piuttosto attive.

L'indagine sulla tettonica recente è stata uno dei campi di ricerca e si è svolta sul terreno e attraverso le analisi dei fotogrammi a diverse quote di volo (G.A.I., 1954 e P.A.T., 1983).

Per l'area che viene ora presentata i risultati si possono definire solo indiziari; più ad oriente, fuori Carta, si sono osservate alcune dislocazioni ritenute recenti, in quanto avrebbero interessato anche i depositi quaternari. Faglie attive o ritenute tali sarebbero presenti in particolare nella zona circostante il lago di Molveno e in più punti verso est fino alla Val d'Adige con andamento giudicariense; recenti riprese di attività tettonica ad orientamento scledense sarebbero presenti lungo la *Linea Cles-Trento*, posta all'angolo orientale del rilevamento.

## 5. IL PLENIGLACIALE

Quale pleniglaciale? Il problema della datazione dei depositi continentali quaternari azoici non è indifferente ed è senza dubbio il maggior ostacolo alla comprensione degli eventi geologici recenti. Le facies sono ben distinguibili e correttamente cartografabili con un rilevamento di dettaglio, anche se il territorio presenta dislivelli notevoli con una copertura forestale pressoché continua fino a poche centinaia di metri dalle vedrette attuali. Un altro mezzo di interpretazione dei dati riscontrabili sul terreno è fornito dall'aspetto morfologico generale e dalle forme particolari legate ai diversi ambienti genetici.

Il termine pleniglaciale, pertanto, in assenza di dati cronologici viene riferito in quest'area all'ultimo periodo glaciale in base alle seguenti considerazioni:

- l'ultima avanzata glaciale avrebbe demolito e/o rimaneggiato ogni traccia della precedente;
- il ritiro glaciale, entro valle, ha lasciato scarsi depositi; per questo quelli presenti devono essere necessariamente considerati i più recenti;
- nel pleniglaciale il bacino alimenta non solo il flusso del ghiaccio, ma produce il materiale litologico che viene trasportato dal ghiacciaio. Di conseguenza il ritrovamento di litologie estranee al luogo di attuale affioramento, può indicare sia la provenienza che il percorso fatto, prima del loro deposito;
- la posizione e la quota dei depositi morenici rispetto ai fondovalle è una ulteriore conferma della loro natura, in quanto solo i ghiacciai sono in grado di far risalire i versanti o valicare i crinali ai materiali sciolti.

Queste considerazioni permettono di attribuire all'ultimo pleniglaciale pleistocenico i depositi morenici o i lembi relitti degli stessi, anche con spessori inferiori al metro, che si presentano in affioramenti discontinui in Val Rendena a quote comprese fra i 700 e i 1600 metri.

Un solo piccolo affioramento è stato osservato in Val Manez sopra i 1600 metri. In questa valle il morenico pleniglaciale è presente più a meridione ed è stato cartografato a quote più basse giuntovi per trasfluenza dalla Val Rendena. In Val d'Algona i depositi morenici pleniglaciali sono stati cartografati fra 950 e 1750 metri d'altezza.

Si tratta sempre di depositi sparsi e non di cordoni morenici anche se gli affioramenti presentano un generico allineamento vallivo.

## 6. GLI STADIARI

Col termine "stadiario" vengono indicate le punte di relativa avanzata dei ghiacciai, in periodo di predominante ritiro glaciale. Si tratta di episodi di carattere locale, di difficile correlazione lungo le grandi vallate e di incerta attribuzione temporale.

Il ghiacciaio produce infatti forme più o meno consistenti di deposito morenico frontale e laterale, solo se le fonti di alimentazione premono da monte.

Se una nuova fase di avanzata supera quella più antica, i depositi precedenti vengono obliterati e di conseguenza è azzardato basarsi sul conteggio delle cerchie che risalgono la valle. Inoltre bisogna tener conto delle condizioni locali di esposizione e del maggiore o minore apporto delle precipitazioni. Quindi prima di tentare datazioni sui morenici stadiari è opportuno eseguire valutazioni locali e dirette, in quanto eventuali estrapolazioni da valli vicine o lontane sono sempre molto discutibili.

Per questi motivi, all'attuale stato delle ricerche, ci si limita alla segnalazione dei singoli episodi senza addentrarci nel difficile campo delle datazioni.

Dal lago di Garda, risalendo la Valle del Sarca, la prima testimonianza di un morenico stadiario è presente da Pelugo fino oltre Pinzolo. Questi depositi sono riferiti genericamente al tardoglaciale pleistocenico (v. Carta), anche se non si può escludere la loro attribuzione alle prime pulsazioni oloceniche.

Mentre le originarie forme delle cerchie sono state cancellate, i depositi sono ben conservati a quote basse in sponda orografica sinistra, interrotti solo dai corsi d'acqua che si immettono nel fiume Sarca. La fronte non è più presente in quanto sarebbe stata demolita, o forse ricoperta in parte, dal conoide su cui è ubicato il paese di Pelugo. Risalendo la sponda destra, la forte erosione prima e in seguito le interdigitazioni dei numerosi conoidi hanno reso molto frammentari gli affioramenti morenici (v. Carta).

Su entrambi i lati della valle una scarpata delimita la spalla glaciale dovuta alla fase di avanzata del ghiacciaio locale. Gli elementi litologici che costituiscono questo morenico provengono in prevalenza da monte.

Due sole valli, all'attuale periferia sud dell'abitato di Pinzolo sulla sponda sinistra della Val Rendena, sono caratterizzate da cerchie moreniche stadiarie ben conservate.

In particolare la Val Farine presenta alla testata un circo nivale in discreto stato di conservazione e allo sbocco una serie di cerchie moreniche che si chiudono "a chela". Verso monte sono presenti almeno due di tali cerchie moreniche pluripartite e ben conservate, nonostante il forte dislivello del bacino.

La vallecchia adiacente, che scende su Vadaione, conserva un solo arresto stadiario, sospeso diverse decine di metri sul morenico stadiario della Val Rendena. Le osservazioni sul terreno farebbero ritenere questa pulsazione glaciale una trasfluenza dalla Val Farine, in quanto sul crinale che divide le due valli esiste un esteso affioramento attribuito al pleniglaciale. La valle di Vadaione non raggiunge il circo glaciale, mentre nella Val Farine a quota superiore si trova una serie di cerchie

moreniche addossate che racchiudono l'attuale fondo-valle.

La quota, da cui avrebbe preso origine questo ghiacciaio, lascia perplessi, in quanto il circo glaciale sarebbe stato di poco superiore ai 1900 metri, anche se poteva essere in parte alimentato dal nevato proveniente dal ripido versante di Pala dei Mughi, la cui vetta è a quota 2321 metri.

Si consideri infine l'area all'angolo nord-orientale della carta, da Cima Tosa fino alla confluenza della Val di Vallon con quella di Nambi: ivi gli affioramenti attribuiti al tardo glaciale sono relativamente diffusi, ma in genere scheletrici. Di conseguenza non è facile determinare i flussi di scorrimento dei ghiacciai, che sembrano seguire le direzioni delle valli attuali.

Questi depositi morenici potrebbero già appartenere all'Olocene, in quanto i tratti di valle con forte acclività, che li collegano alle morene storiche, sono ricoperti da falde detritiche e colate di pietre di formazione recente. La morfologia longitudinale delle valli è qui caratterizzata da una serie di scarpate di erosione che terminano con un gradino di valle sospesa al di sopra del quale sono presenti i cordoni morenici storici.

Per la mancanza di continuità negli affioramenti delle cerchie moreniche frontali lungo i tratti di valle, non è facile stabilire se le cerchie più esterne possono essere ascritte a pulsazioni più antiche di quelle che si sono verificate nel XIX secolo o se addirittura sono più recenti. La base topografica dei *Rilievi Austriaci al 25.000 del 1907 - 1908* riporta i cordoni morenici più bassi, della Vedretta del Prato Fiorito e dei 12 Apostoli, come appartenenti al secolo scorso. Di più difficile interpretazione è la cerchia morenica della Vedretta d'Agola, la cui fronte risulta troncata dal gradino che sospende la parte alta della valle (v. Carta).

Più a monte sono presenti altri due arresti morenici che testimoniano il recente predominante ritiro. Il primo, più basso, è stato segnalato in occasione dell'Anno Geofisico Internazionale del 1958; quello più alto si rileva dalle foto aeree del P.A.T. eseguito nel 1983. I cordoni di ritiro sono in genere ben conservati in prossimità delle vedrette, ma sono assenti, senza nessuna particolare spiegazione, in quella d'Agola.

## 7. IL POSTGLACIALE

L'inizio dell'ultimo postglaciale viene valutato sui 15÷10.000 anni dai giorni nostri; a partire dalla pianura e procedendo verso monte, profonde trasformazioni ambientali hanno interessato tutto il Bacino padano-veneto.

Il territorio montano, nonostante sporadiche e ridotte punte di avanzata, viene progressivamente abbandonato dai ghiacciai. Il ritiro lineare determina la riduzione areale della copertura e del volume dei ghiacciai che *risalgono* le vallate e la diminuzione delle aree

coperte dalle nevi persistenti.

Le morfologie glaciali lasciano un ambiente diruto salendo via via verso le più alte quote: circhi nivali in forte pendio, solchi di incisione valliva con ripide pareti nelle zone di transito occupate dai ghiacciai, salti morfologici al raccordo delle valli secondarie con le principali, lunghe e profonde forre nei fondovalle dove è stata più attiva l'azione erosiva dei torrenti subglaciali, ecc.; la vegetazione è assente, o tenta di riconquistare il territorio dalle aree periferiche alle zone di recente deglaciazione, dapprima con essenze pioniere, in seguito con associazioni forestali che indicano climi sempre più miti.

Il territorio è caratterizzato da un'evoluzione dinamica: predomina lo scorrimento delle acque in condizioni climatiche severe e di abbondanti precipitazioni; la forza di gravità partecipa direttamente, o in forme combinate con l'acqua e la neve, alla trasformazione dell'ambiente.

Il passaggio da un paesaggio glaciale a quello fluviale in un primo tempo è relativamente rapido; in seguito diviene molto lento e ancora oggi l'equilibrio fluviale non si può dire raggiunto in tutto il settore alpino.

L'area illustrata è di limitata estensione, tuttavia è rappresentativa dell'evoluzione postglaciale in atto, in quanto presenta diversi stadi evolutivi:

- *La Val Rendena* è stata abbandonata dal ghiacciaio da lungo tempo rispetto alla Val di Nambi e di conseguenza si possono fare delle considerazioni direttamente riscontrabili dall'osservazione della Carta.

I versanti della sponda sinistra sono in sostanziale equilibrio, anche se incisi da numerosi corsi d'acqua con alvei in ripida pendenza, che talora possono essere sede di slavine.

La morfologia dell'area si può definire relativamente addolcita, nonostante i dislivelli fra il crinale ed il fondovalle.

I conoidi di raccordo alla valle principale sono di ridotte dimensioni e alcuni non sono più attivi, ad eccezione di quello su cui è ubicato l'abitato di Pinzolo che si inserisce alla confluenza del *Sarca di Campiglio* con il *Sarca della Val di Genova*.

L'intera sponda sinistra dovrebbe aver raggiunto uno stadio di equilibrio prima dell'arrivo del ghiacciaio stadiario locale, che si è esteso fino a Pelugo. I conoidi sarebbero quindi in parte decapitati dai depositi più antichi.

La sponda destra scende dai più estesi contrafforti orientali dei rilievi dell'Adamello, sui quali è presente un esteso ghiacciaio di poco fuori Carta sul lato occidentale, con vedrette, le cui valli giungono al fiume Sarca costruendo ampi conoidi attivi, che tendono a sbarrare il corso d'acqua principale. Il conoide di Pelugo, in particolare, è formato dal torrente che scende dalla Val di Borzago, che ha origine dalla cima glacializzata del M. Carè Alto (3467 m). I rari conoidi non attivi sono molto ridotti e partono da quote basse

o molto basse.

Il corso del Sarca viene quindi condizionato da un forte accumulo di materiali litoidi, che solo in parte si arrestano in corrispondenza dei conoidi; molto materiale raggiunge il fiume durante i frequenti nubifragi. Di conseguenza l'alveo è soggetto a fasi anomale di depositi provenienti dalle valli affluenti, alternate all'azione erosiva e di trasporto delle acque del Sarca. Il fondovalle è perciò in condizioni di persistente instabilità; l'apparente equilibrio dell'alveo è tenuto sotto controllo da una imponente e costante regimazione idraulica che all'inizio è stata basata sulla rettifica del corso per impedire l'erosione di sponda e di fondo.

- *La Val di Nambi*, che presenta in prossimità del crinale orientale una serie di vedrette in via di estinzione da Cima Tosa a Cima Prato Fiorito, tende a raggiungere l'equilibrio morfologico tramite l'azione della gravità e delle acque. I versanti sono ricoperti da falde detritiche, da accumuli di frane per scivolamento, o per crollo e negli impluvi sono presenti coni di detrito. Alla intensa azione erosiva delle acque si aggiungono i coni di valanga, i lobi di soliflusso, le colate di pietre, che sono già state movimentate dai ghiacciai o dalle nevi, e i depositi crionivali. Le acque incanalate esercitano una costante azione di trasporto dei materiali verso valle.

Nella parte alta dominano i fenomeni gravitativi, combinati con lo scorrimento delle acque, che producono grandi quantità di materiali sciolti dovuti in gran parte all'azione del gelo e disgelo. Già alla confluenza della Val di Vallon sono presenti i primi conoidi di deiezione, molto attivi, che verso monte sono spesso sostituiti da quelli di valanga (v. Carta).

La Val di Nambi si caratterizza anche per la presenza della vegetazione che tende alla riconquista del territorio: fino a quote medio alte, dove si è raggiunto un relativo equilibrio morfologico, domina il bosco, anche se soggetto a tagli frequenti. Più in alto, dove regna una minore stabilità, prende il sopravvento il cespugliato, quindi si passa alla fascia della vegetazione pioniera, per giungere al morenico recente ed attuale dove esistono esili coperture di muschi e licheni.

## 8. LA TETTONICA

La geomorfologia regionale risente tuttora del condizionamento tettonico strutturale attivo fino al Neogene. L'ambiente è stato modellato dalle grandi linee tettoniche più che dal reiterato passaggio dei ghiacciai.

Il rilevamento di campagna e lo studio fotointerpretativo non hanno permesso di identificare nette evidenze di tettonica quaternaria: gli affioramenti continentali poco potenti, discontinui o scheletrici tendono infatti a nascondere le dislocazioni recenti lasciando inalterate le evidenze di quelle prequaternarie.

La *Linea delle Giudicarie Sud* è sepolta sul fondo-

valle Sarca, la *Linea di M. Sabion*, visibile poco a Sud di M. Toff, è ricoperta dalla falda detritica nel tratto settentrionale della Val di Nambi, anche la *Linea della Val di Manez* è in parte ricoperta.

L'intero complesso delle dislocazioni del sistema strutturale prequaternario, segnalato dagli Autori, ha trovato riscontro sul terreno; altre dislocazioni sono state individuate dal rilevamento, tra cui la faglia che si estende dalla Val di Vallon alla Val Rendena con orientamento scledense. La faglia è stata evidenziata nella Val di Vallon dalla fotointerpretazione, anche se la copertura quaternaria multifacies ne nasconde ogni traccia.

Quanto esposto è solo una piccola parte dei risultati ottenuti dalla ricerca in atto ed in corso di ultimazione; di conseguenza ci si è limitati alla sola esposizione dei dati emersi durante il rilevamento. Ogni considerazione e discussione viene rimandata alla fase conclusiva delle indagini.

La ricerca viene eseguita nell'ambito del programma dell'Unità di Parma sui "Problemi geologici del Quaternario della Regione alpino-padana del Gruppo di Ricerca per i Problemi geologici della Regione alpino-padana" del C.N.R., con il contributo finanziario del Comitato 05 per le Scienze Geologico-Minerarie.

## BIBLIOGRAFIA

- Ambrosetti P., Bosi C., Carraro F., Ciaranfi N., Panizza M., Papani G., Vezzani L. & Zanferrari A. (1987) - *Neotectonic Map of Italy, Scale 1:500.000*. C.N.R., P. F. Geodin., Sottoprogetto. Neotettonica, Firenze.
- Andreatta C., Bianchi A., Boni A., Dal Piaz G.B., Dal Piaz G., Di Cobertaldo D., Fenoglio M., Malaroda R., Riedel A., Schiavinato G., & Trener G.B. (1953) - *Carta geologica delle Tre Venezie. F° 20 Adamello*. Mag. Acque, Sez. Geol., Venezia.
- Berruti G. (1973) - *Sulla presenza di rocce dell'Adamello in depositi quaternari del Gruppo di Brenta (Catena Settentrionale)*. Natura bresciana, **10**, 25-34, 4 ff.
- Bianchi A., Callegari E. & Jobstraibizer P.G. (1970) - *I tipi petrografici fondamentali del plutone dell'Adamello. Tonaliti-quarzodioriti-granodioriti e loro varietà leucocratiche*. Mem. Ist. Geol. e Miner. Univ. Padova, **27**, 1-148, 15 tabb., 13 tt., 1 schizzo geol., scala 1:200.000.
- Boni A. (1981) - *Note giudicariensi II. 1) La struttura geologica attorno alla Linea delle Giudicarie. 1b) La struttura geologica a levante della Linea delle Giudicarie*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **29**, 88-114.
- Boni A., Cassinis G., Cavallaro E., Cerro A., Fugazza F., Medioli F., Venzo S. & Zezza F. (1968) - *Foglio 47 - Brescia della Nuova Carta Geologica d'Italia*. Serv. Geol. d'It.
- Boni A., Cassinis G. & Venzo S. (1969) - *Note illustrative della Carta geologica d'Italia. Foglio 47 - Brescia*. Serv. Geol. d'It.
- Boriani A. & Origoni Giobbi E. (1982) - *Il basamento cristallino tra Pinzolo e Spiazzo ad Ovest del F. Sarca (Trentino)*. In: A. Castellarin & G.B. Vai (a cura di): *Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale*. Soc. Geol. It., Guide Geol. Reg., 123-124, 1 f., Bologna.
- Cadrobbo M. (1943) - *Contributi per la conoscenza della linea tettonica di Ballino (Riva del Garda)*. St. Trent. Sci. Nat., **24** (2-3), 75-93, 3 tt.
- Camporesi R. (A.A. 1989-90) - *Affioramenti quaternari nel Trentino meridionale tra La Paganella e la Val Rendena*. Tesi di laurea inedita, Ist. Geol. Univ. Parma.
- Carrara A., D'Elia B. & Semenza E. (1985) - *Classificazione e nomenclatura dei fenomeni franosi*. Geol. Appl. e Idrogeol., **20** (2), 223-243.
- Carraro F., Corsi M., Gatto G.O., Lipparini T., Malaroda R., Medioli F., Perrella G., Piccoli G., Sturani C., Venzo S. & Zanella E. (1969) - *Foglio 49 - Peschiera del Garda della Nuova Carta Geologica d'Italia*. Serv. Geol. d'It.
- Carraro F., Dramis F. & Pieruccini V. (1979) - *Largescale landslides connected with neotectonic activity in the Alpine and Appennine ranges*. Proc. 15th Meet. "Geomorphological Survey and Mapping", 213-230, Modena.
- Carraro F., Malaroda R., Piccoli G., Sturani C. & Venzo S. (1969) - *Note illustrative della Carta geologica d'Italia. Foglio 48 - Peschiera del Garda*. Serv. Geol. d'It.
- Cassinis G. & Castellarin A. (1988) - *Il significato della Linea della Gallinera e delle Giudicarie sud nella geologia dell'Adamello e zone circostanti*. Atti Tic. Sc. Terra, **31**, 446-462, 5 ff., 2 tt.
- Castellarin A. (1972) - *Evoluzione paleotettonica sinse dimentaria del limite tra "Piattaforma veneta" e "Bacino lombardo" a Nord di Riva del Garda*. Giorn. Geol. s. 2°, **38**, 11-212, 18 ff., 20 tt.
- Castellarin A. (1979) - *Il problema dei raccorciamenti crostali nel Sudalpino*. Rend. Soc. Geol. It., **1**, 21-23, 3 ff.
- Castellarin A. (1982a) - *Lineamenti ancestrali sudalpini*. In: A. Castellarin. & G. B. Vai (a cura di), *Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale*. Guide Geol. Reg., Soc. Geol. It., 41-56, 5 ff., Bologna.
- Castellarin A. (1982b) - *La scarpata tettonica mesozoica Ballino - Garda (fra Riva e il Gruppo di Brenta)*. In: A. Castellarin & G.B. Vai (a cura di), *Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale*, Guide Geol. Reg., Soc. Geol. It., 79-95, 14 ff., Bologna.
- Castellarin A., Fesce A.M., Picotti V., Pini G.A., Prosser G., Sartori R., Selli L., Cantelli L. & Ricci R. (1988) - *Structural and kinematic analysis of the Giudicarie deformation belt. Implication for compressional tectonics of Southern Alps*. Miner. Petrogr. Acta, 287-

- 310.
- Castellarin A. & Gatto G.O. (1981) - *F<sup>o</sup> 20 Adamello, F<sup>o</sup> 9 Cevedale*. In: A. Castellarin (a cura di), *Carta tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1:200.000*. C.N.R. Prog. Fin. Geodinamica, S.P.5 "Modello strutturale", **441**, 135-147, Bologna.
- Castiglioni B. (1936) - *Sugli stadi glaciali post-würmiani nelle Alpi orientali*. Verhandl. III Int. Quartar-Konferenz, Vienna, 107-108.
- Castiglioni G.B. (1961) - *I depositi morenici del Gruppo Adamello - Presanella con particolare riguardo agli stadi postwürmiani*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, **23**, 3-131, 29 ff., 3 tt., 1 carta dei ghiacciai 1:120.000.
- E.N.E.L. (1981) - *Elementi di neotettonica del territorio italiano*. **3**, 94 pp., Milano.
- Marinelli O. (1911) - *Prime ricerche sui ghiacciai del Gruppo di Brenta*. Rivista Tridentum, **13**(6-7), 311-313.
- Marinelli O. (1921) - *Sui ghiacciai del Gruppo di Brenta*. Atti 8° Congr. Geogr. Ital., **2**, 37-42, Firenze.
- Peloso G.F. & Vercesi P.L. (1982) - *Geologia della zona a NE di Tione di Trento*. In A. Castellarin & G. B. Vai (a cura di), *Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale*, Soc. Geol. It., Guide Geol. Reg., 115-121, 4 ff., Bologna.
- Riccoboni A. (1965) - *Sui metodi di rappresentazione del circo di erosione glaciale nella cartografia a grande scala (con particolare riferimento alle Dolomiti di Brenta nel Trentino occidentale)*. Atti 19° Congr. Geogr. It., Como, 18-23 Maggio 1964, 35-44, cc.5, fot. 3.
- Trevisan L. (1935) - *Risultati preliminari di un nuovo rilevamento geologico nella zona di Cima Tosa e nei dintorni di Stenico (Trentino)*. Atti Acc. Sc. Ven. Trentino-Istria, **25**, 121-128, 1 t.
- Trevisan L. (1936a) - *Nota preventiva sui risultati di un nuovo studio geologico del Gruppo di Brenta (Trentino occidentale)*. St. trent. Sci. Nat., **17**(2), 165-179, 6 ff.
- Trevisan L. (1936b) - *Le formazioni glaciali del Gruppo di Brenta*. Boll. Com. Glacio. Ital., s. 1°, **16**, 117-142, 7 ff.
- Trevisan L. (1938) - *Il fascio di fratture fra l'Adige e la "Linea delle Giudicarie" e i suoi rapporti col massiccio intrusivo dell'Adamello*. St. Trent. Sci. Nat., **19**(2), 177-187, 3 ff.
- Trevisan L. (1939) - *Il Gruppo di Brenta. (Trentino occidentale)*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, **13**, 128, 36 ff., 6 tt., 1 carta geol. 1:50.000, Padova.
- Vecchia O. (1955) - *Sul significato del fascio Giudicario-Benacense (Linea delle Giudicarie)*. Boll. Soc. Geol. It., **74** (1), 307 pp.
- Venzo S. (1957) - *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: Tratto occidentale Gardone-Desenzano*. Mem. Soc. It. Sci. Nat. e del Mus. Civ. St. Nat., **12**(2), 6 tt., 1 carta geol. 1:25.000.
- Venzo S. (1961) - *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II: Tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., **13**(1), 64 pp., 25 ff., 9 tt., 1 carta geol. 1:25.000.
- Venzo S. (1965) - *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige*. Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Mus. Civ. St. Nat., **14**(1), 82 pp., 11 ff., 4 tt., 1 carta geol. 1:40.000.

Manoscritto ricevuto il 23.6.1992  
Accettato per la stampa il 23.6.1992