

Verh. Geol. B.-A.	Jahrgang 1972	S. 47—74	Wien, März 1972
Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.	20. Bd.	S. 47—74	Wien, März 1972

I conglomerati tardo-paleozoici post-ercinici delle Dolomiti*)

VON RENZO DAL CIN**)

Mit 5 Abbildungen und 4 Tabellen

Summary

A sedimentological-stratigraphical study was carried out on the late Paleozoic post-Hercynian conglomerates of the Dolomites: specifically, on the Ponte Gardena Conglomerate and on the Sesto conglomerates. The first one lies between the metamorphic basement and the atesine volcanic plateau, whereas the second ones are younger than the atesine volcanic plateau and form the lower part of the Val Gardena Sandstone.

The Ponte Gardena Conglomerate is an alluvial deposit formed essentially in two distinct environments: hills and piedmont. The hilly areas were crossed by short, shallow cuts within which very coarse, immature gravels were deposited, sometimes in mass (e. g. the Val Gardena, Val di Funes and Comelico outcrops). Close to the hilly areas there were vast valleys in which alluvial fans deposits (e. g. the upper Val Sugana and San Candido outcrops) formed at the mouths of the streams. The climate was warm and moderately semiarid. A number of considerations suggest that the conglomerates in the examined areas represent different ages. Some probably belong entirely to the Permian (up to the upper part of the Lower Permian, at the latest), while others can probably be attributed in part to the Upper Carboniferous.

The Sesto conglomerates (the lower Val Gardena Sandstone), outcropping in the northeastern Dolomites, also represent alluvial fans formed in a warm, semiarid climate. From their composition and textural characteristics it may be deduced that the source area underwent a tectonic uplift and, as a result, the Trogkofel Limestone, together with other rocks, was eroded.

Zusammenfassung

Das Waidbrucker Konglomerat (Verrucano Alpino der alten Autoren) der Dolomiten und das Konglomerat, welches im Sextental und im Comelico (Nordöstliche Dolomiten) das Liegende des Grödner Sandsteines bildet, wurden einer sedimentpetrographischen und stratigraphischen Untersuchung unterzogen.

Das Waidbrucker Konglomerat liegt diskordant dem kristallinen Grundgebirge auf und wird seinerseits von den Vulkaniten der Bozner Porphyryplatte überlagert. Seine Verbreitung ist unregelmäßig, die Mächtigkeit wechselnd: Sie erreicht maximal 200 m, übersteigt im allgemeinen jedoch nicht 50 m. Die Farbe ist grau oder graugrün, mitunter, besonders in höheren Anteilen, auch rötlich. Das Konglomerat besteht aus Quarz- und Kristallingeröllen in von Ort zu Ort stark wechselndem Mengenverhältnis (Tab. 1); in höheren Anteilen treten bisweilen auch Gerölle von Vulkaniten auf. Das Konglomerat ist entweder ungeschichtet oder undeutlich geschichtet; bei allgemein sehr geringer Sortierung weist es verhältnismäßig grobes Korn auf (Tab. 2 und Abb. 1). Die größten Gerölle erreichen im allgemeinen einen Durchmesser von 50 cm, mitunter

*) Lavoro eseguito col contributo finanziario del C. N. R. (Gruppo di ricerca per la Geologia dei Sedimenti). Ringrazio vivamente i Proff. P. LEONARDI e A. BOSELLINI per le utili discussioni sull'argomento.

**) Adresse: Prof. R. DAL CIN, Istituto di Geologia dell'Università, Ferrara (Italia).

aber auch von 2 m. Die Quarzgerölle sind meist wenig gerundet (Tab. 3) und weisen keinerlei Anzeichen einer Umlagerung auf (Abb. 2).

Im gesamten zeigt das Konglomerat im Grödental, im Villnösser Tal und im Comelico sehr geringe Reife in bezug auf Zusammensetzung und Textur; hier besitzt es geringe Ausdehnung und Mächtigkeit und füllt schmale Rinnen im Kristallin aus. Als reifer erweist sich das Konglomerat hingegen bei Innichen und in der oberen Val Sugana, wo es eine bedeutende Fläche einnimmt und lokal Mächtigkeiten bis zu 100 m erreicht.

Das Waidbrucker Konglomerat stellt eindeutig eine Wildbachablagerung dar. Sein Material entstammt der Abtragung des durch die variszische Orogenese geschaffenen Reliefs sowie zum Teil auch der ersten Förderprodukte des Vulkanismus des Etschraumes. Nach den sediment-petrographischen und stratigraphischen Merkmalen zu urteilen, ist das erwähnte Material im wesentlichen in zwei Räumen zur Ablagerung gelangt: in einem Hügelgebiet bzw. in einem, diesem vorgelagerten Flachland (Abb. 3). Das Hügelgebiet war von mäßig tiefen Rinnen mit räumlich beschränktem Einzugsgebiet durchzogen; diese wurden im Gefolge kurzfristiger, heftiger Niederschläge von einem Wasser-Schutt-Gemenge von hoher Dichte durchstört, aus dem sich grober, kaum bearbeiteter und mitunter ungeschichteter Schotter absetzte (Konglomerat des Grödental, des Villnösser Tales und des Comelico). Der Transportweg der Gerölle in diesen Wasserläufen von ausgesprochenem Wildbachcharakter dürfte einige hundert Meter bis 10 km betragen haben. Das Hügelgebiet grenzte an breite Täler, in denen sich, an der Mündung der Wildbäche, Schwemmkegel und ausgedehnte Schotterkörper abgelagerten (Val Sugana, Innichen). Die Komponenten dieser Absätze weisen eine mittlere Transportweite von 15 bis 50 km auf.

Der Anteil der Quarzgerölle (Abb. 4) und die Art des Transportes lassen erkennen, daß zu jener Zeit warmes, mäßig semi-arides Klima herrschte, in dem die chemische Verwitterung ziemlich stark wirksam war. Darin ist die Ursache für die geringe Schuttlieferung bei der Abtragung des alten variszischen Gebirges zu erblicken.

Außer dem Waidbrucker Konglomerat wurde auch jenes (das Sextner Konglomerat) untersucht, das mit Mächtigkeiten bis zu 200 m das Liegende des Grödner Sandsteins im Sextner Tal und im Comelico (Nordöstliche Dolomiten) bildet.

Das Sextner Konglomerat (Grödner Konglomerat Auct.) liegt konkordant dem Waidbrucker Konglomerat (z. B. bei Innichen) oder einer diskontinuierlichen Ignimbritdecke von rhodazitischem Chemismus auf (z. B. am Kreuzbergpaß) (Abb. 5). Es weist dunkelrote Farbe sowie dieselbe Struktur und Textur auf wie die reiferen Anteile des Waidbrucker Konglomerats. Von diesem unterscheidet es sich jedoch durch den Gesteinsbestand: Neben Quarz- und Kristallingeschieben enthält es Vulkanit-, Kalk-, Dolomitkalk-, Sandstein- und Silitgerölle. Die Karbonatgerölle sind fossilführend (besonders zahlreiche Fusulinidae) und stammen vom Trogkofelkalk der benachbarten Karnischen Alpen.

Auch das Sextner Konglomerat ist eine Wildbachablagerung, und zwar baut es Schwemmkegel auf, die in weite, am Fuß eines Reliefs gelegene Depressionen eingelagert sind. Das Klima verblieb weiterhin warm und semi-arid, wie sowohl aus dem Anteil an Quarzgeröllen (Abb. 4) als auch aus der Ausbildung von Kalkkrusten hervorgeht.

Das Sextner Konglomerat weist geringere Reife auf als das liegende, bei Innichen anstehende Waidbrucker Konglomerat; überdies enthält es neben Kalk-, Sandstein- und Silitgeröllen auch umgelagerte Quarzgerölle (Abb. 2) mit frischem Bruch. Diese Feststellungen legen den Schluß nahe, daß im Mittelperm der Lieferraum des Sextner Konglomerats von einer raschen, tektonisch bedingten Hebung betroffen wurde (ausklingende Bewegungen der saalischen Phase?), in deren Gefolge der Trogkofelkalk zusammen mit anderen Formationen des karnischen Raumes der Abtragung zum Opfer fielen.

Was andererseits das Alter des Waidbrucker Konglomerats betrifft, das bei Innichen konkordant vom Sextner Konglomerat überlagert wird, so ist es, zumindest teilweise, sicherlich permisch. Sehr wahrscheinlich jedoch sind nicht alle Vorkommen gleichaltrig; der Zeitpunkt des Beginnes bzw. des Endes der Sedimentation dürfte lokal verschieden gewesen sein und in Abhängigkeit gestanden haben von dem ständigen Wandel der Morphologie des postvariszischen Reliefs und der in den Dolomiten nicht überall gleichzeitig einsetzenden vulkanischen Tätigkeit. Vermutlich gehören demnach die Vorkommen zum Teil ausschließlich dem Perm an (wobei sie auf das Unterperm beschränkt sind); zum Teil dürften sie aber auch einen oberkarbonischen Anteil umfassen.

Riassunto

E' stato eseguito uno studio sedimentologico-stratigrafico dei conglomerati tardo-paleozoici post-ercinici delle Dolomiti e precisamente del Conglomerato di Ponte Gardena (giacente fra il basamento metamorfico e le vulcaniti atesine) e dei conglomerati di Sesto (posteriori alle vulcaniti atesine e costituenti la parte basale delle Arenarie di Val Gardena).

Il Conglomerato di Ponte Gardena è un deposito torrentizio formatosi essenzialmente in due distinti ambienti: il primo topograficamente poco rilevato, il secondo pedemontano. Le regioni rilevate erano attraversate da incisioni brevi e poco profonde nelle quali si depositava, talvolta in massa, materiale ghiaioso assai grossolano e poco maturo (affioramenti della Val Gardena, della Val di Funes e del Comelico). Accanto alle zone topograficamente rilevate esistevano vaste depressioni vallive entro le quali si formavano, allo sbocco dei torrenti, depositi di coni di deiezione ed estesi espandimenti alluvionali (affioramenti dell'alta Val Sugana e di S. Candido). Il clima era caldo e moderatamente semiarido. In base a considerazioni varie si ritiene probabile che i vari affioramenti di questa formazione non siano tutti contemporanei. Alcuni apparterrebbero completamente al Permiano (arrivando al massimo fino alle parte alta del Permiano inferiore) mentre altri sarebbero in parte da attribuire anche al Carbonifero superiore.

I conglomerati di Sesto (Arenarie di Val Gardena inferiori), affioranti nelle Dolomiti nord-orientali, rappresentano anch'essi dei depositi pedemontani formati in un clima caldo e semi-arido. Sulla base della loro composizione e delle loro caratteristiche tessiturali si deduce che il loro bacino di alimentazione subì, nel Permiano, un sollevamento tettonico in seguito al quale venne eroso, tra l'altro, il Calcare del Trogkofel.

Introduzione

Nella presente nota vengono esposti i risultati di uno studio sedimentologico e stratigrafico dei depositi conglomeratici permocarboniferi post-ercinici delle Dolomiti. In particolare vengono presi in considerazione il Conglomerato di Ponte Gardena (Verrucano Alpino, Conglomerato basale Auct.) e i conglomerati di Sesto (conglomerati delle Arenarie di Val Gardena, conglomerati di Val Gardena Auct.).

Il Conglomerato di Ponte Gardena (termine introdotto dalla Commissione Stratigrafica del Comitato Geologico d'Italia per indicare la formazione già nota col termine di Verrucano Alpino o di Conglomerato basale), giace fra il basamento scistoso-cristallino e le vulcaniti del piastrone porfirico atesino. Un suo studio sistematico sedimentologico-stratigrafico non era ancora stato compiuto. Tuttavia descrizioni di singoli affioramenti si trovano in pubblicazioni su aree più o meno estese (F. WOLFF, 1908; G. MERLA, 1931 b; G. MUTSCHLECHNER, 1933; GB. DAL PIAZ, 1934, 1942; W. HEISSEL & J. LADURNER, 1936; J. PIA, 1937; B. CASTIGLIONI, 1939; P. LEONARDI, 1943; G. B. TRENER, 1957; M. MITTEMPERGER, 1962; A. FUGANTI & G. MORTEANI, 1965; R. FELLERER, 1968). Descrizioni si trovano pure in monografie che interessano tutta o parte della regione dolomitica (R. KLEBELSBERG, 1935; P. LEONARDI, 1955; R. DAL CIN, 1967), o in lavori che prendono in considerazione l'intero periodo permocarbonifero (J. J. DOZY, 1935; G. P. GIANNOTTI, 1958; B. ACCORDI, 1959), oppure singoli aspetti di questa formazione (R. DAL CIN, 1963, 1966; P. LEONARDI, 1966).

Sull'origine di questa formazione si è discusso a lungo; secondo alcuni vecchi Autori si tratterebbe di depositi litorali. Tuttavia la maggior parte degli studiosi ritiene che il Conglomerato di Ponte Gardena sia di origine alluvionale. Ciò è

stato provato e confermato da R. DAL CIN (1963, 1966) in base alle caratteristiche tessiturali della formazione. Il Conglomerato di Ponte Gardena è un deposito torrentizio e rappresenta il primo prodotto (rimasto nelle Dolomiti) dello smantellamento subaereo dei rilievi innalzati dall'orogenesi ercinica e in qualche caso anche dei primi prodotti del vulcanesimo atesino permiano.

I conglomerati di Sesto (già noti come conglomerati delle Arenarie di Val Gardena o, più brevemente, come conglomerati di Val Gardena) costituiscono nelle Dolomiti la parte basale delle Arenarie di Val Gardena. Sono sempre assai poco potenti e molto discontinui eccetto che nella Val di Sesto e nel Comelico ove possono anche raggiungere spessori di 200 m. Sono di origine alluvionale come il Conglomerato di Ponte Gardena (R. DAL CIN, 1963) però, a differenza di questo, sono posteriori alle vulcaniti del piastrone porfirico atesino, giacendo sopra di esse.

Nelle Dolomiti, quindi, si possono distinguere stratigraficamente due complessi conglomeratici post-ercinici ambedue continentali e alluvionali: il primo, il più antico (Conglomerato di Ponte Gardena) sottostante alle vulcaniti atesine, il secondo (conglomerati di Sesto) sovrastante ad esse.

Stratigrafia

Le formazioni sedimentarie ed eruttive post-erciniche della regione dolomitica poggiano in discordanza sul basamento scistoso-cristallino pre-permiano. Quest'ultimo è formato in assoluta prevalenza da scisti di epizona costituiti per lo più da rocce filladiche e paragneiss, e subordinatamente da porfiroidi.

Sul basamento metamorfico, lungo una superficie di erosione assai irregolare, poggia con grande discontinuità e con potenza variabile il Conglomerato di Ponte Gardena (Verrucano alpino). Questa formazione, per lo più attribuita al Permiano inferiore ma da alcuni anche in parte al Carbonifero superiore, è generalmente ricoperta in concordanza dai livelli più antichi delle vulcaniti del piastrone porfirico atesino.

Le vulcaniti sono costituite da un gruppo inferiore formato per lo più da ignimbriti riodacitiche con lave andesitiche e riolitiche e loro tufi, e da un gruppo superiore costituito da ignimbriti riolitiche con ignimbriti riodacitiche, lave e tufi dacitici, riodacitici e riolitici (P. LEONARDI & M. SACERDOTI, 1967). La potenza media del complesso vulcanico si aggira sui 1000—1500 m. Alla base delle vulcaniti, sopra il Conglomerato di Ponte Gardena, si trova spesso un complesso piroclastico-sedimentario formato da tufi, arenarie tufacee, breccie tufacee, conglomerati a ciottoli prevalentemente vulcanici. Intercalazioni sedimentarie, soprattutto conglomeratiche e arenaceo-tufacee, non sono rare entro il complesso vulcanico stesso, specialmente nel gruppo inferiore.

Sulle vulcaniti atesine poggiano le Arenarie di Val Gardena, la cui parte basale è costituita talvolta da conglomerati di colore rossastro che di solito non superano i 5—10 m di potenza ma che nella Val di Sesto e nel Comelico superiore raggiungono spessori anche di 200 m (conglomerati di Sesto). Le Arenarie di Val Gardena (per lo più arenarie litiche e subordinatamente arcosiche), attribuite generalmente al Permiano medio, sono una formazione prevalentemente allu-

vionale, di colore rosso, rosso-giallastro e grigio, dello spessore variabile fra 0 e 600 m.

Ove le vulcaniti atesine sono assenti (Val di Sesto) i conglomerati di Sesto giacciono sul Conglomerato di Ponte Gardena. Qualora anche il Conglomerato di Ponte Gardena sia assente, il complesso delle Arenarie di Val Gardena poggia direttamente sul basamento scistoso-cristallino.

La sequenza vulcanica e sedimentaria continentale sopra accennata è infine ricoperta dai depositi evaporitici, di mare costiero e neritici della Formazione a *Bellerophon* (Permiano superiore).

A. Il Conglomerato di Ponte Gardena (Verrucano Alpino)

Affiora principalmente nelle seguenti località: a S. Candido (*Innichen*), in Val di Funes (*Villnöss*) e in Val di Eores (*Afers*), in Val Gardena, in Val d'Isarco presso Ponte Gardena (*Waidbruck*), presso Trento e nella conca di Pergine, nell'alta Val Sugana, nella zona di Cima d'Asta, nei pressi di Fiera di Primiero, nella zona del Passo di Cereda (*Agordino*), a Danta nel Comelico. Generalmente si tratta di depositi assai discontinui e isolati che vanno a riempire incisioni e depressioni negli scisti cristallini. L'ampiezza di tali incisioni, nella parte più svasata, è molto variabile andando da un minimo di qualche decina di m ad un massimo di qualche centinaio di metri, fino eccezionalmente ad 1 Km. Naturalmente questi dati si riferiscono a sezioni naturali che possono anche non essere perpendicolari all'asse dell'incisione, per cui l'ampiezza reale dovrebbe essere inferiore a quella osservata. Soltanto nell'alta Val Sugana, nell'Agordino e forse in Val di Sesto—Val Pusteria il conglomerato costituisce un affioramento pressoché continuo, che si estende per parecchi Km (soprattutto nell'alta Val Sugana). Tuttavia anche qui si osserva una notevolissima variabilità di potenza, segno evidente che il conglomerato si è depositato su di una superficie accidentata. Lo spessore del Conglomerato di Ponte Gardena generalmente è compreso fra 10 e 60 m. Raggiunge potenze maggiori soltanto nella zona di Fiera di Primiero—Passo Cereda ove sono affioramenti di 200 m di spessore (presso Sagron), e nell'alta Val Sugana ove raggiunge punte di 150 m. Esso giace, spesso in discordanza angolare rispetto alla scistosità (specialmente in Val di Sesto, Comelico, Val Sugana), sugli scisti cristallini lungo una superficie di erosione. In corrispondenza di questa superficie gli scisti cristallini non presentano intensi fenomeni di alterazione in ambiente continentale.

Composizione e colore. Il Conglomerato di Ponte Gardena è costituito quasi esclusivamente da ciottoli di scisti cristallini e di quarzo. La sua origine è perciò evidente; esso deriva dallo smantellamento del sottostante basamento scistoso-cristallino. Il rapporto: quarzo/scisti cristallini è assai variabile da zona a zona; in generale i ciottoli di quarzo sono prevalenti su quelli di scisti cristallini nell'alta Val Sugana e a S. Candido, vale a dire lungo i bordi sud-occidentale e nord-orientale della regione dolomitica. In tutti gli altri affioramenti vi è una netta prevalenza dei ciottoli di scisti cristallini. Al di sopra di una certa dimensione, che si colloca intorno a 40 cm, gli elementi di quarzo praticamente scompaiono.

Località	Scisti	Quarzo	Effusive	100 x quarzo	
	crisi. %	%	%	quarzo+scisti	
Ponte Gardena	71	29		29	%
Bus in Gardena (Val Gardena)	83	17		17	%
S. Pietro (Val Funes)	79	14	7	15	%
Prati di Monte (Val Funes)	83	12	5	13	%
Danta (Comelico)	77	23		23	%
Agordino	82	18		18	%
Civezzano (Trento)	52	48		48	%
C. ^{ma} Mezzodi' (Val Sugana)	43	57		57	%
M. Fravort (Val Sugana)	55-20	45-80		45-80	%
S. Candido	55-40	45-60		45-60	%

Tab. 1. Composizione litologica del Conglomerato di Ponte Gardena. L = 2—10 cm. Geröll-zusammensetzung des Waidbrucker Konglomerats. L = 2—10 cm.

In generale ad un aumento della quantità del quarzo si accompagna un aumento, fra gli scisti cristallini, della percentuale delle quarziti, dei porfiroidi e dei paragneiss, vale a dire di quegli scisti che presentano una maggior resistenza all'usura, all'urto (e, in parte, alla alterazione chimica), ed una minore fissilità.

La matrice del conglomerato nella Val Sugana e a S. Candido è in generale un'arenaria assai grossolana, derivata principalmente dalla triturazione di rocce filladiche. Nelle altre località la matrice è per lo più arenacea e arenaceo-siltosa. Il grado di indurimento del conglomerato è variabile da zona a zona e talvolta in uno stesso affioramento può diminuire andando dal basso verso l'alto. Nel complesso esso è marcato nei conglomerati di S. Candido e in alcuni affioramenti della Val Sugana. E' generalmente debole nei conglomerati dell'Agordino, del Comelico, della Val Gardena e della Val di Funes.

In molti affioramenti di Conglomerato di Ponte Gardena, generalmente nelle parti più alte al contatto con le sovrastanti vulcaniti, compaiono anche scarsi elementi di rocce eruttive. Si tratta per lo più di ciottoli di ignimbriti riodacitiche, di andesiti e rioliti e di qualche tufo. In pratica sono rappresentati i termini più antichi del complesso delle vulcaniti atesine.

In piccola parte quindi i livelli superiori del Conglomerato di Ponte Gardena possono derivare anche dall'erosione dei primi prodotti del vulcanesimo atesino ed essere perciò contemporanei a questi.

In alcuni affioramenti dell'Agordino sono stati infine segnalati (R. FELLERER, 1968) anche rari ciottoli di dolomia calcarea di dubbia provenienza ed età e comunemente pre-permiani (forse devoniani).

In tab. 1 viene riportata la composizione litologica di alcuni livelli (generalmente della parte mediana) dei principali affioramenti di conglomerato di Ponte

Gardena delle Dolomiti. Le percentuali riportate si riferiscono solo ai ciottoli con lunghezza compresa fra 2 e 10 cm.

Il colore della formazione è per lo più grigio o grigio-verde. Soltanto in singole parti di alcuni affioramenti è rossastro, con toni che vanno dal rosa pallido al rosso scuro. La colorazione rossastra, quando è presente, si manifesta soprattutto nelle parti alte della formazione e si accompagna di solito alla comparsa di ciottoli vulcanici. A volte si possono notare anche alternanze di fasce rossastre con fasce grige o grigio-verdi.

Colorazioni rosse o debolmente rossastre sono talora visibili anche in alcuni ciottoli di quarzo dei conglomerati grigi o grigio-verdi.

Strutture sedimentarie. La stratificazione nel Conglomerato di Ponte Gardena è spesso assente. Quando è presente è per lo più poco evidente, irregolare e discontinua. Si tratta generalmente di strati e soprattutto banchi mal delimitabili, la cui individualità è messa in luce soprattutto da variazioni verticali della granulometria. In generale la stratificazione è relativamente più evidente nei livelli più alti della formazione e negli affioramenti di S. Candido e della Val Sugana, che, come abbiamo visto, presentano una maturità di composizione (e, come vedremo più avanti, anche tessiturale) più elevata. In buona parte degli affioramenti della Val Gardena, di Funes, dell'Agordino, di Danta e anche dell'alta Val Sugana (parte basale della formazione), si osservano ammassi caotici di elementi di taglia diversissima (dal silt ai massi e spesso ai blocchi) mescolati insieme senza alcuna disposizione preferenziale.

In senso laterale i singoli banchi si assottigliano abbastanza rapidamente scomparendo per lo più in meno di 100 m e talvolta addirittura in pochi m. Intersezioni di arenarie, per lo più grossolane, non sono rare specialmente nelle parti più alte della formazione; il loro spessore è generalmente compreso fra 5 e 50 cm. Esse si presentano spesso spiccatamente lentiformi, specialmente nell'affioramento di S. Candido.

Le stratificazioni incrociate non sono molto frequenti né evidenti. Quelle di gran lunga più diffuse sono le stratificazioni incrociate piane (E. D. MCKEE e G. W. WEIR, 1953) e del tipo α , β e γ (J. R. L. ALLEN, 1963). Piuttosto rare quelle a festoni (tipo θ e π di J. R. L. ALLEN, 1963).

Sono presenti anche strutture tipo „acciottolato“ (pavage) che a volte suddividono nettamente fra loro ammassi conglomeratici caotici. Queste strutture sono talora visibili anche negli affioramenti più o meno stratificati.

Esempi di „grappoli di ciottoli“ (pebble clusters) (R. DAL CIN, 1968 a), in grado di offrire buone indicazioni sulla direzione del trasporto, sono talvolta presenti soprattutto nei depositi più grossolani.

Caratteristiche tessiturali. La granulometria del Conglomerato di Ponte Gardena è assai variabile da zona a zona e, nello stesso affioramento, varia lateralmente e soprattutto verticalmente. In generale, nei livelli conglomeratici, la frazione degli elementi con lunghezza superiore o uguale ad 1 cm supera il 50% (Tab. 2). I ciottoli sono per lo più addensati, soprattutto negli affioramenti di S. Candido, della Val Sugana, dell'Agordino, di Danta e di

Ponte Gardena. In Val di Funes e in Val Gardena si notano spesso ciottoli, massi e blocchi isolati e imballati entro materiale più fine, soprattutto arenaceo e subordinatamente arenaceo-siltoso.

La grossolanità, espressa dalla mediana, non varia eccessivamente da un affioramento all'altro (Tab. 2) ed in generale, nell'ambito di uno stesso affioramento, decresce andando dal basso all'alto. Variano notevolmente invece, da zona a zona, la percentuale dei blocchi (elementi di dimensioni $>$ a 25,6 cm) e le dimensioni degli elementi più grossi osservati. In particolare negli affioramenti della Val Gardena e della Val di Funes ci sono elementi con lunghezza

Località	Md	He	% Ciottoli \geq 1 cm
<u>Conglomerato di Ponte Gardena</u>			
Ponte Gardena	3,2	1,6	70,8
Bus in Gardena (Val Gardena)	1,4	1,3	60,9
S. Pietro (Val Funes)	1,0	2,0	50,0
Prati di Monte (Val Funes)	1,9	1,0	64,6
Danta (Comelico)	1,6	1,2	58,9
Agordino	2,3	1,2	66,9
C.ma Mezzodi' (Val Sugana)	1,2	1,0	52,3
M. Fravort (Val Sugana)	1,1	0,8	52,9
S. Candido	1,7	1,2	66,8
S. Candido	2,8	1,0	69,0
<u>Conglomerati di Sesto</u>			
M. Covolo (parte alta)	1,7	1,2	62,1
M. Covolo (parte basale)	2,2	0,8	65,3

Tab. 2. Caratteristiche granulometriche del Conglomerato di Ponte Gardena e dei conglomerati di Sesto.

Kornverteilung des Waidbrucker und des Sextner Konglomerats.

superiore anche ai 2 m. Alcuni elementi con lunghezza fra 50 cm e 1 m si osservano negli affioramenti di Danta e nella parte basale dell'affioramento di Civezzano (alta Val Sugana). In tutti gli altri affioramenti gli elementi più grandi superano assai raramente i 30—40 cm di lunghezza.

E' stato tentato uno studio statistico della distribuzione degli elementi più grossi e del I° centile. Tuttavia oltre a quanto esposto sopra non sembra si possa dire nulla di più particolareggiato. In dettaglio la distribuzione degli elementi più grossi sembra piuttosto caotica e non facilmente interpretabile anche a causa della scarsità e frammentarietà degli affioramenti.

In generale si osserva poi che con l'aumentare della percentuale dei massi e dei blocchi aumenta anche la quantità delle arenarie fini e delle siltiti; perciò dimi-

nuisse la selezione e cresce quindi l'eterometria (He) (Tab. 2). Ciò appare evidente dalle curve cumulative di Abb. 1 (vedi soprattutto la N. 1, 2, 3 e 5), ottenute dall'analisi granulometrica con il metodo lineare di A. CAILLEUX & J. TRICART (1959). Nel complesso i depositi più selezionati sono risultati quelli della Val Sugana e di San Candido (Tab. 2 e Abb. 1).

Per stabilire le caratteristiche morfometriche dei costituenti il Conglomerato di Ponte Gardena sono stati calcolati gli indici di smussamento, di dissimmetria e di appiattimento (A. CAILLEUX & J. TRICART, 1959) dei ciottoli di quarzo. Per ogni indice sono stati presi in considerazione non meno di 100 ciottoli della lunghezza compresa fra 4 e 6 cm (smussamento e appiattimento) e fra 3 e 4 cm (dissimmetria).

I risultati, riportati in Tab. 3, dimostrano la scarsa elaborazione subita dai ciottoli e stanno ad indicare un ambiente di sedimentazione nella massima parte dei casi nettamente torrentizio. Le maggiori mediane (Md) dello smussamento (e il minor grado di dissimmetria) sono state riscontrate nei ciottoli degli affioramenti della Val Sugana e soprattutto di S. Candido (Tab. 3); in tutti gli altri

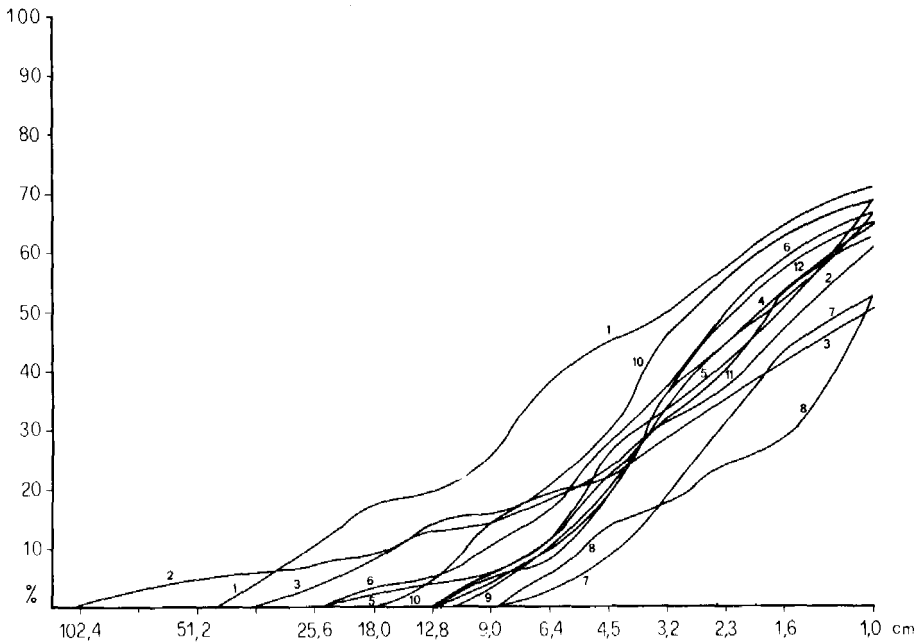


Abb. 1. Curve granulometriche cumulative del Conglomerato di Ponte Gardena (1—10) e dei conglomerati di Sesto (11—12). — 1) Ponte Gardena; 2) Bus in Gardena (Val Gardena); 3) S. Pietro (Val Funes); 4) Prati di Monte (Val Funes); 5) Danta (Comelico); 6) Agordino; 7) Cima Mezzodi (Val Sugana); 8) M. Fravort (Val Sugana); 9) S. Candido; 10) S. Candido; 11) M. Covolo (congl. di Sesto, parte alta); 12) M. Covolo (congl. di Sesto, parte basale).

Sammelkurven des Waidbrucker (1—10) und des Sextner Konglomerats (11—12). 1. Waidbruck; 2. Bus in Gardena (Grödental); 3. St. Peter (Villnöss); 4. Prati di Monte (Villnöss); 5. Danta (Comelico); 6. Agordino; 7. Cima Mezzodi (Val Sugana); 8. M. Fravort (Val Sugana); 9. Innichen; 10. Innichen; 11. Seikofel (Sextner Konglomerat, höherer Anteil); 12. Seikofel (Sextner Konglomerat, tieferer Anteil).

affioramenti il grado di elaborazione è basso, tanto che in alcuni casi si può parlare addirittura di brecce.

L'indice di appiattimento non sembra mostrare, invece, variazioni molto significative da un affioramento all'altro né andamenti particolari.

Con i dati dello smussamento si sono costruiti gli istogrammi (dal N. 1 al N. 10) di Abb. 2 e le curve cumulative dello smussamento. Tutti gli istogrammi e le curve cumulative risultano unimodali; sono esclusi quindi rimaneggiamenti, frammentazione sensibile durante il trasporto, confluenze di corsi d'acqua trasportanti materiali con diverso grado di smussamento. Gli istogrammi 1, 2, 3, 4, 5, 6 presentano massimi molto pronunciati; il grado di selezione dello smussamento (C) è infatti molto alto (Tab. 3). Questo, oltre a indicare uno scarso trasporto (cosa del resto deducibile anche dalla mediana dello smussamento), testimonia che i bacipi di alimentazione dei corsi d'acqua erano assai limitati. Bacini più vasti e trasporto più prolungato denotano invece gli istogrammi N. 7, 8, 9 (Val Sugana) e soprattutto N. 10 (S. Candido) (Abb. 2), che si mostrano più piatti e con minor classazione (C) (tab. 3) dei precedenti.

Considerazioni analoghe si possono fare con la percentuale dei ciottoli con smussamento ≤ 100 (Tab. 3). Le percentuali minori di elementi poco smussati (≤ 100) si rinvencono ancora negli affioramenti della Val Sugana e di S. Candido.

Sono state eseguite anche ricerche sulla disposizione e sul grado di inclinazione dei ciottoli. Negli affioramenti della Val Gardena e della Val di Funes si osserva una notevole caoticità sia nella direzione dell'asse L che nel senso dell'inclinazione del piano Ll. L'embricatura è quindi assente o appena appena accennata in qualche raro livello. A Danta e anche nell'Agordino è possibile notare una qualche disposizione preferenziale dell'asse L e talvolta una incerta embricatura.

Negli affioramenti sopra citati l'inclinazione in sezione dei ciottoli è in generale assai variabile e nel complesso elevata; per un appiattimento apparente dei ciottoli compreso fra 2,0 e 3,5 si hanno inclinazioni mediane comprese per lo più fra 8° e 15° .

Negli affioramenti di S. Candido e della Val Sugana si nota una relativamente più marcata isorientazione dell'asse L ed una più evidente embricatura dei ciottoli. Tuttavia l'unilateralità (cioè il rapporto fra il numero di ciottoli inclinati in una direzione prevalente e il numero totale dei ciottoli) non raggiunge neppur qui valori molto elevati non essendo quasi mai superiore a 0,7. Le mediane dell'inclinazione in sezione dei ciottoli sono un po' meno elevate rispetto a quelle degli altri affioramenti, aggirandosi intorno a 10° per appiattimenti compresi fra 2 e 2,25.

Modalità e ambiente di sedimentazione. Da quanto visto finora risulta chiara l'origine alluvionale del Conglomerato di Ponte Gardena. I suoi affioramenti, tuttavia, in base alle loro caratteristiche sedimentologiche si possono suddividere in due grandi gruppi; al primo appartengono gli affioramenti della Val Gardena, di Funes, di Danta, al secondo quelli della Val Sugana e di S. Candido. Gli affioramenti dell'Agordino per alcuni aspetti possono essere associati al primo gruppo, per altri al secondo.

Localita'	Smussamento			Appiattimento $\frac{L+I}{2E}$	Dissimetria $\frac{AC}{L}$ 1000
	$\frac{2r}{L}$	1000	C		
<u>Congl. Ponte Gardena</u>	Md	%<100	C		
Ponte Gardena	102	49	95	1,55	644
Bus in Gardena (Val Gardena)	68	86	111	1,77	603
S. Pietro (Val Funes)	39	96	122	1,60	677
Prati di Monte (Val Funes)	82	65	100	1,67	665
Danta (Comelico)	89	57	97	1,60	644
Agordino	75	79	108	1,77	650
Civezzano (Trento)	104	44	93	1,71	663
C. ^{ma} Mezzodi' (Val Sugana)	117	38	91	1,81	612
M. Fravort (Val Sugana)	111	41	90	1,90	600
S. Candido	178	6	81	1,49	591
<u>Congl. di Sesto</u>					
Presso S. Candido	150	29	85	1,59	648
M. Covolo (parte alta) (Val di Sesto)	135	24	90	1,50	629
M. Covolo (base) (Val di Sesto)	246	12	59	1,40	589
Lago di Sesto	133	31	93	1,56	595

Tab. 3. Morfometria dei ciottoli di quarzo del Conglomerato di Ponte Gardena e dei conglomerati di Sesto.

Morphometrie der Quarzgerölle des Waidbrucker und des Sextner Konglomerats.

Esaminiamo ora separatamente quali furono le modalità e l'ambiente di sedimentazione dei due gruppi. Abbiamo visto che i conglomerati delle valli di Gardena e di Funes, e di Danta sono spesso caotici, ricchi di blocchi, poco selezionati; i ciottoli di scisti cristallini prevalgono su quelli di quarzo; l'elaborazione di questi ultimi è molto bassa. La maturità sia di composizione che tessitura è quindi assai scarsa. Questi conglomerati, inoltre, sono poco potenti e assai poco estesi lateralmente ed è chiaro che essi riempiono strette incisioni negli scisti cristallini. La loro origine è quindi evidente; si tratta di depositi di corsi d'acqua spiccatamente torrentizi scorrenti entro strette depressioni nel basamento cristallino. Il trasporto e l'accumulo avvenivano spesso in massa o in condizioni intermedie fra quelle in massa e quelle di tipo forzato, come testimoniano la caoticità dei sedimenti, la presenza di blocchi mescolati a materiale minuto, le curve cumulative tendenti verso il tipo „logaritmico“ (specialmente la N. 1, 2, 3 di Abb. 1) (J. TRICART, 1965). Un tipo di trasporto siffatto presuppone piene improvvise e assai violente, quali si verificano in un ambiente climatico in cui la caduta della pioggia è limitata ad un corto periodo dell'anno e in cui grandi quantità d'acqua cadono in brevissimo tempo. Si deve perciò supporre che il

materiale detritico originatosi per processi di alterazione nel bacino montano (e forse anche per processi termoclastici), durante il periodo delle piogge, a causa di violenti acquazzoni, scivolava lungo i pendii in cui probabilmente la vegetazione era scarsa (nel conglomerato non sono mai stati trovati resti di vegetali) entro depressioni vallive che probabilmente erano asciutte durante la maggior parte dell'anno. Una grande quantità di materiali di dimensioni diversissime veniva quindi presa in carico dalla corrente dotata di elevata velocità. Si formava perciò un miscuglio ad alta densità e viscosità di acqua e materiale detritico, dotato di elevata competenza ed in grado quindi di trasportare elementi superiori anche a 1 m. Dopo un breve trasporto durante il quale poteva avvenire una selezione molto parziale, il materiale veniva abbandonato rapidamente a causa della veloce caduta della competenza della corrente, causata per lo più o dall'allargarsi del letto del torrente o dallo sbocco di questo in una vallata più ampia o dall'infiltrarsi dell'acqua entro il materasso alluvionale o a causa dell'incontro di un ostacolo qualsiasi. Questa caduta della velocità della corrente poteva essere tanto rapida da provocare la deposizione di tutto (o quasi) il materiale trasportato oppure poteva essere non eccessivamente rapida in modo che parte del materiale più fine potesse essere mantenuto ancora in movimento e trasportato più avanti. Si attuava perciò, in quest'ultimo caso, un tipo di deposizione più o meno forzata (J. TRICART, 1965) come sembra indicare l'estrapolazione di alcune curve cumulative (ad es. la N. 4 di Abb. 1).

Il trasporto subito dal materiale era assai limitato come testimoniano il basso indice di smussamento, l'elevata dissimmetria, l'elevata percentuale dei ciottoli poco smussati e la bassa selezione dello smussamento (C) (Tab. 3). Si potrebbe pensare che i ciottoli di quarzo sono poco elaborati proprio per le particolari modalità del trasporto. Infatti un trasporto in massa usura poco i ciottoli. Tuttavia bisogna far presente che lo stesso indice di smussamento è presentato anche da quei ciottoli che non sono stati trasportati in massa. Qui la causa dello scarso smussamento è da cercare proprio nel breve tragitto effettuato dai ciottoli. Tenendo conto delle caratteristiche morfometriche dei ciottoli e dell'elevato potere di abrasione (a causa dell'alta percentuale del quarzo) del materiale costituente il conglomerato, si può stabilire, per confronto con alluvioni attuali, che i singoli elementi dei conglomerati della Val Gardena, della valle di Funes e di Danta hanno percorso in media un tragitto inferiore a 5 km. Per l'affioramento di Ponte Gardena, i cui ciottoli sono più elaborati (Tab. 3), si dovrebbe arrivare a 8—10 km. In base poi agli istogrammi e alle curve cumulative dello smussamento, tutti unimodali e con elevata selezione (Abb. 2), dobbiamo escludere rimaneggiamento o confluenze di corsi d'acqua con lunghezze e caratteristiche idrodinamiche molto diverse gli uni dagli altri. L'elevata selezione dei dati dello smussamento (C) (Tab. 3) indica inoltre che i bacini di alimentazione erano assai limitati.

Per il secondo gruppo di affioramenti (Val Sugana e S. Candido) le considerazioni da farsi sono diverse da quelle sopra esposte. I conglomerati della Val Sugana e soprattutto di S. Candido, come si è visto, sono più selezionati, più stratificati; vi è una minor percentuale di frazioni fini; i blocchi sono quasi assenti; i loro componenti sono discretamente elaborati e non di rado iso-

orientati; sono presenti, talvolta, stratificazioni incrociate, canali di erosione e lenti sabbiose; i ciottoli di quarzo sono quasi sempre prevalenti su quelli di scisti cristallini. Questi conglomerati, oltre a essere più maturi, sono inoltre più potenti e assai più estesi lateralmente di quelli della Valli di Gardena, di Funes e del Comelico. Essi perciò mostrano di essere stati depositati entro larghe depressioni o in piane alluvionali dopo che i ciottoli avevano subito (come si può dedurre dallo smussamento) un trasporto medio di circa 15—20 km per i conglomerati della Val Sugana e di 40—50 km per quelli di S. Candido. I bacini di alimentazione dei corsi d'acqua erano abbastanza estesi, come indicano gli istogrammi dello smussamento (N. 7, 8, 9, 10 di Abb. 2) che risultano piuttosto piatti e quindi con scarsa selezione (C) (Tab. 3). La scarsità di frazioni fini e la forma delle curve cumulative (N. 7, 8, 9, 10 di Abb. 1), che, estrapolate, sembrano assumere una forma parabolica, inducono a ritenere che le modalità di sedimentazione tendessero spesso al tipo forzato, caratteristico dei coni alluvionali.

Sulla base quindi dell'elevata potenza ed estensione laterale di questi conglomerati, e delle loro caratteristiche tessiturali e strutturali si può supporre che essi si siano originati nel modo seguente. Durante il periodo piovoso l'acqua, incanalata entro depressioni anguste in cui si verificavano anche trasporti in massa, sfociava, dopo un modesto percorso, entro larghe e meno pendenti aree di deposizione. La velocità della corrente, a causa dell'allargarsi del letto, della diminuita pendenza e del forte assorbimento d'acqua da parte della coltre alluvionale, subiva un forte rallentamento, che tuttavia non era tale, nella maggior parte dei casi, da provocare una deposizione in massa, bensì soltanto la deposizione dei materiali più grossolani, mentre buona parte di quelli più fini potevano ancora essere mantenuti in movimento. Quindi si attuava una certa selezione ed un tipo di deposizione forzata o semiforzata (J. TRICART, 1965). Inoltre, l'attenuarsi delle caratteristiche torrentizie dei corsi d'acqua nella piana alluvionale permetteva una certa isorientazione dell'asse L dei ciottoli ed una loro sia pur incerta embricatura. In definitiva si venivano a verificare quelle condizioni (si veda a tal proposito E. BLISSENBACH, 1954; J. R. L. ALLEN, 1965; L. K. LUSTIG, 1965; D. J. C. LAMING, 1966; L. D. MECKEL, 1967) che portano alla formazione dei coni alluvionali, intesi questi ultimi in senso lato.

Non è stato possibile, a causa della scarsità degli affioramenti e talvolta della loro notevole frammentazione per cause tettoniche (specialmente in Val Sugana), ricostruire l'andamento e la forma di questi apparati e di individuarli chiaramente; tuttavia le caratteristiche tessiturali e strutturali, la forte potenza e la grande estensione laterale di questi conglomerati indicano chiaramente trattarsi di depositi pedemontani, costituiti da espandimenti alluvionali e da coni talora isolati, ma più spesso saldati gli uni agli altri entro più o meno vaste piane alluvionali. Sembra che la formazione dei coni e degli espandimenti avvenisse spesso per sovrapposizione di coltri più o meno continue di ghiaie (ad opera di *sheetfloods*) che ricoprivano parzialmente gli apparati alluvionali, più che per deposizione entro canali (ad opera di *streamfloods*). Lo provverebbe la scarsità di canali di erosione e di stratificazioni incrociate a festoni (E. BLISSENBACH, 1954). Questo vale soprattutto per il conglomerato della Val Sugana. A S. Can-

didò esistono piú numerosi esempi di deposito entro canali; la presenza, inoltre, di lenti arenacee indica che durante le piene meno violente veniva trasportato soltanto materiale sabbioso che andava a depositarsi in canali, probabilmente anastomizzati, entro l'apparato pedemontano prevalentemente ghiaioso.

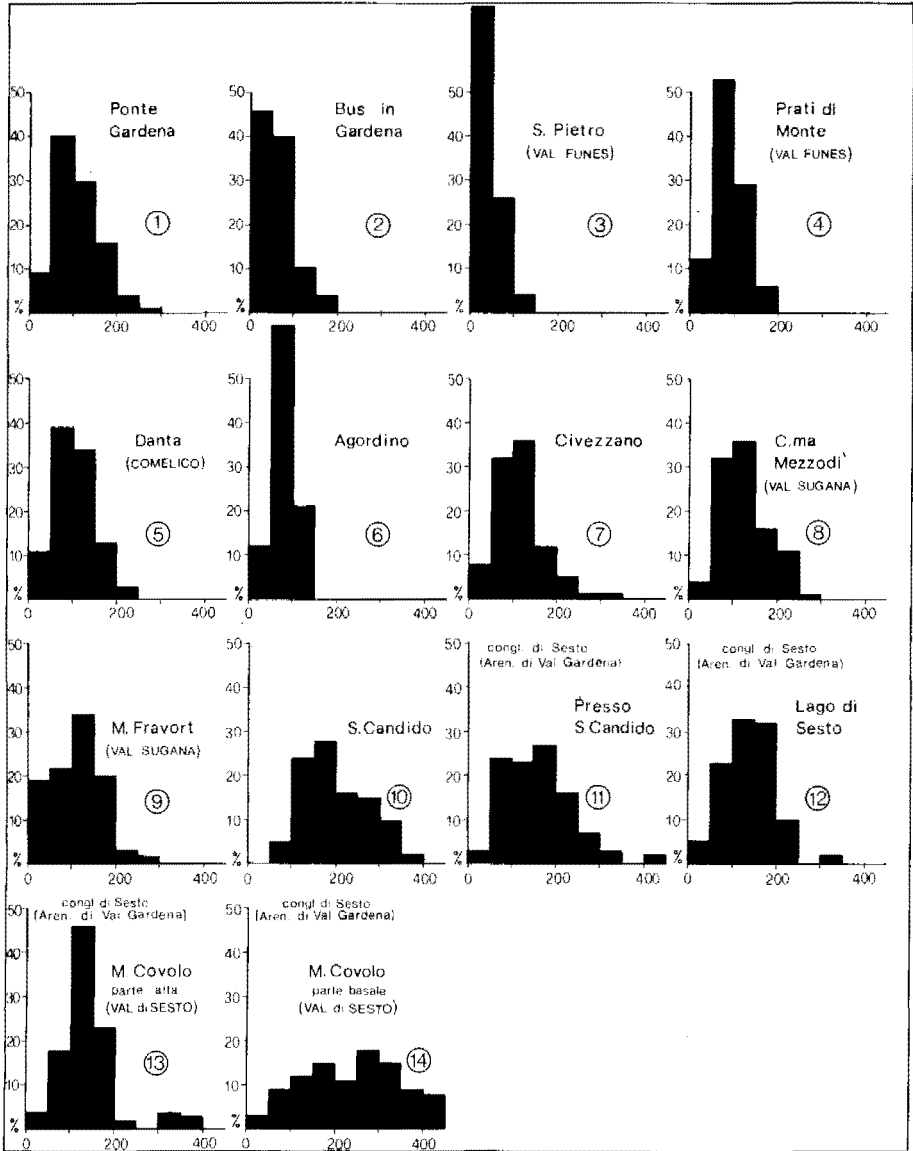


Abb. 2. Istogrammi dello smussamento dei ciottoli di quarzo del Conglomerato di Ponte Gardena (1—10) e dei conglomerati di Sesto (11—14).
Zurundungshistogramme der Quarzgerölle des Waidbrucker (1—10) und des Sextner Konglomerats (11—14).

Una posizione particolare occupano gli affioramenti della zona Sagron-Fiera di Primiero (Agordino). Si tratta di conglomerati assai poco maturi (vedi tab. 1, 2, 3 e Abb. 1 e 2), ma che tuttavia raggiungono spessori elevati (anche 200 m) ed estensioni laterali notevoli (da Sagron, appunto, a Fiera di Primiero). Probabilmente si tratta di materiali portati da corsi d'acqua fortemente torrentizi, con percorso assai breve e con piccolo bacino di alimentazione, e accumulatisi entro una profonda depressione ad andamento NE-SW, limitata da pendii relativamente ripidi.

Sulla base di quanto fin qui visto si può tentare una ricostruzione della paleogeografia della regione dolomitica durante la deposizione del Conglomerato di Ponte Gardena, ricostruzione naturalmente alquanto sommaria ed estrapolata a causa della scarsità di affioramenti di questa formazione. Sono state individuate, sulla base delle caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche del Conglomerato di Ponte Gardena, essenzialmente due distinti ambienti di sedimentazione; il primo montuoso o più probabilmente collinare (specialmente verso la fine della sedimentazione del Conglomerato), il secondo pedemontano. La zona collinare era attraversata da brevi incisioni non molto profonde entro le quali si incanalavano durante periodi di precipitazioni concentrate miscugli ad alta densità di acqua e materiale detritico, ed in cui si depositava, talora in massa, materiale ghiaioso grossolano e poco maturo, tipico di corsi d'acqua a carattere spiccatamente torrentizio. A questa zona topograficamente elevata appartengono gli affioramenti della Val Gardena, della Val di Funes e di Danta.

Accanto a queste zone elevate esistevano vaste depressioni vallive, controllate forse dalla presenza di faglie. Entro queste depressioni, allo sbocco dei torrenti nelle piane, si formavano quei depositi di conigli alluvionali e quegli espandimenti alluvionali che abbiamo visto costituire gli affioramenti della Val Sugana e di S. Candido. Queste depressioni vallive dovettero via via allargarsi nel tempo, dato che normalmente la grossolanità del Conglomerato di Ponte Gardena diminuisce andando dal basso verso l'alto.

Nella Abb. 3 sono riportate le aree topograficamente elevate (probabilmente collinari) e le più o meno vaste depressioni vallive. Si sono incluse fra le zone collinari non solo quelle in cui il conglomerato è poco maturo, poco esteso e poco potente, ma evidentemente anche quelle aree in cui esso non si è depositato. Delle zone delle Dolomiti ove il basamento e il Conglomerato di Ponte Gardena non affiorano oppure ove il basamento è stato eroso recentemente, non si può evidentemente dire nulla. Nella Abb. 3 dette zone sono state lasciate in bianco.

Nella Abb. 3 sono riportate anche le probabili direzioni della corrente di alcuni affioramenti di conglomerati. Le direzioni si sono ottenute soprattutto dallo studio statistico delle embricature dei ciottoli e subordinatamente dalle stratificazioni incrociate e dai „grappoli di ciottoli“. Mentre nelle aree topograficamente depresse le direzioni del trasporto risultano abbastanza regolari, nelle aree collinari si notano andamenti del tutto irregolari. E ciò è comprensibile se si pensa che nella massima parte dei casi i vari affioramenti costituiscono il deposito di torrenti diversi.

Fino a questo momento si è parlato di zone collinari e non montuose, per le aree di sedimentazione dei conglomerati meno maturi (naturalmente ci si riferisce

alla situazione quale doveva presentarsi verso la fine della deposizione dei conglomerati). Infatti la morfologia dell'area su cui terminò di depositarsi il Conglomerato di Ponte Gardena sembra quella di un paesaggio piuttosto maturo, con vasti spianamenti. Sul terreno non sono mai stati trovati indizi che possano far pensare alla presenza di zone montuose vere e proprie e di rilievi accentuati. Del resto tutti gli Autori, fra cui citiamo Gb. DAL PIAZ (1942), G. B. TRENER (1957), G. P. GIANNOTTI (1958), B. ACCORDI (1959), P. LEONARDI (1966), sono

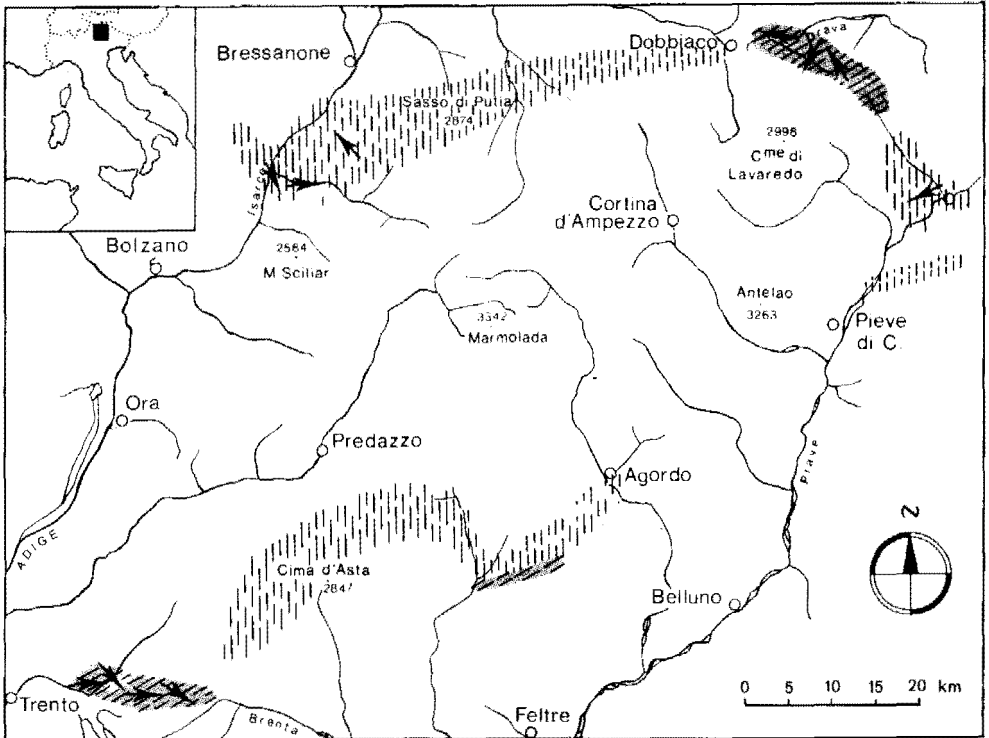


Abb. 3. Tentativo di ricostruzione della paleogeografia delle Dolomiti durante la deposizione del Conglomerato di Ponte Gardena, in base alle caratteristiche strutturali e tessiturali del Conglomerato stesso. Il tratteggio verticale indica zone collinari o comunque topograficamente più elevate, il tratteggio obliquo zone pedemontane o ampie depressioni vallive. Le zone in bianco rappresentano le aree in cui eventuali depositi di Conglomerato di Ponte Gardena sono stati asportati dall'erosione recente o sono ricoperti da formazioni posteriori. Le frecce indicano la direzione delle paleocorrenti.

Rekonstruktionsversuch der paläogeographischen Verhältnisse in den Dolomiten zur Zeit der Ablagerung des Waidbrucker Konglomerats. Der Rekonstruktionsversuch stützt sich auf die strukturellen und texturellen Merkmale des Konglomerats. Mit vertikaler Schraffur sind Hügelgebiete bzw. allgemeine Räume in Hochlage, mit schräger Schraffur Piedmontflächen und weite Talungen dargestellt; weiß sind Gebiete gehalten, in denen das eventuell vorliegende Waidbrucker Konglomerat entweder durch junge Erosionsvorgänge abgetragen oder durch jüngere Ablagerungen verhüllt ist. Die Richtung der Paläoströmungen ist durch Pfeile angegeben.

concordi nell'ammettere che il Conglomerato di Ponte Gardena si sia depositato su di una regione intensamente erosa e che esso derivi dallo smantellamento delle catene innalzate dalla orogenesi ercinica.

A questo punto, però, sorge un problema. Se il Conglomerato di Ponte Gardena rappresenta il prodotto dello smantellamento di grandi masse rocciose, di intere catene montuose, esso dovrebbe essere di gran lunga più potente ed esteso di quello che è. Secondo R. FELLERER (1968) vi è una estrema deficienza di materiale detritico rispetto alle masse che dovrebbero essere state erose.

Tuttavia bisogna tener conto che nelle particolari condizioni climatiche (vedi il paragrafo successivo) in cui avvenne lo smantellamento dei rilievi ercinici l'alterazione chimica era piuttosto intensa. Infatti l'elevata percentuale del quarzo (Tab. 1) nel conglomerato è imputabile soprattutto all'alterazione chimica che ha eliminato buona parte degli scisti cristallini e concentrato quindi i ciottoli di quarzo (la disgregazione meccanica riveste un ruolo secondario). E se pensiamo che nei più estesi e potenti affioramenti di Conglomerato di Ponte Gardena gli elementi di quarzo costituiscono più del 50% del materiale grossolano (Tab. 1) e, inoltre, se teniamo conto che nel basamento scistoso cristallino i noduli, le lenti e i filoni di quarzo da cui detti elementi derivano rappresentano in media solo l'1%, possiamo immaginare quanto materiale scistoso-cristallino sia stato eliminato chimicamente perché i ciottoli di quarzo potessero raggiungere una tale percentuale nei conglomerati. In questo modo si può comprendere come lo smantellamento di diverse centinaia di metri di spessore di masse scistoso-cristalline abbia potuto fornire materiale detritico di poche decine di metri di potenza.

A questo si aggiunga poi la possibilità della esistenza, nelle Dolomiti stesse o in zone circotanti, di grandi masse detritiche, appartenenti alla formazione in esame, al di sotto delle posteriori formazioni permo-mesozoiche.

Clima. Per stabilire le condizioni climatiche dell'area di sedimentazione del Conglomerato di Ponte Gardena si è fatto uso del diagramma di R. DAL CIN (1968 b), che, in base allo smussamento e alla percentuale del quarzo nelle ghiaie e nei conglomerati, distingue quattro ambienti climatici: caldo-umido, temperato, semi-arido, freddo. Per questo scopo si è preso in considerazione lo smussamento dei ciottoli di quarzo di 4—6 cm e la percentuale di quest'ultimo rispetto al totale: quarzo + scisti cristallini. Detta percentuale è stata determinata in elementi di 2—10 cm di lunghezza.

I punti rappresentativi del Conglomerato di Ponte Gardena cadono per lo più in un campo di sovrapposizione fra ambiente semi-arido caldo e ambiente temperato; altri cadono nell'ambiente temperato e in quello caldo-umido (Abb. 4). In base a quanto visto circa le modalità del trasporto e della sedimentazione del conglomerato, l'ipotesi più accettabile sarebbe quella di un clima semi-arido. Tuttavia, il fatto che i punti rappresentativi, nella Abb. 4, si trovino verso il limite superiore di questo ambiente e che alcuni di essi cadano addirittura nel campo del clima caldo-umido, farebbe pensare che in questo ambiente i processi di alterazione chimica erano abbastanza intensi e tali da portare alla distruzione

di una relativamente elevata percentuale di ciottoli di scisti cristallini. I punti che cadono nell'ambiente temperato (Abb. 4) non starebbero quindi ad indicare un ambiente di questo tipo, bensì un ambiente intermedio fra quello semi-arido e quello caldo umido. In definitiva l'ambiente climatico del Conglomerato di Ponte Gardena sarebbe quindi di tipo caldo e moderatamente semi-arido.

Un ambiente climatico caratterizzato da una stagione secca e da una stagione a precipitazione intensa, è in ottimo accordo con il tipo di trasporto e di deposito (talora in massa) riscontrato nel conglomerato e con la presenza di coni alluvionali. E' noto, infatti, che un clima da moderatamente arido a semi-arido è uno dei fattori favorevoli alla formazione dei coni alluvionali (E. BLISSENBACH, 1964; D. J. C. LAMING, 1966; L. K. LUSTIG, 1965).

Il colore della formazione offre dati contraddittori. Nella maggior parte dei casi, è, come si è visto, grigio o grigio-verde; in questo caso starebbe ad indicare un ambiente riducente. Talora però è anche rossastro; tuttavia bisogna far presente che la pigmentazione rossastra compare soprattutto quando compaiono elementi di rocce eruttive, che sono ricchi di composti di Fe. Resta quindi il dubbio se in molti casi la colorazione grigia e grigio-verde sia dovuta soprattutto a mancanza o scarsità di Fe nei componenti il conglomerato più che ad ambiente riducente.

Comunque la presenza saltuaria di ciottoli di quarzo debolmente rossi o rosei nei conglomerati grigi o grigio-verdi indica che la formazione fu senz'altro soggetta localmente e temporaneamente anche a processi ossidanti.

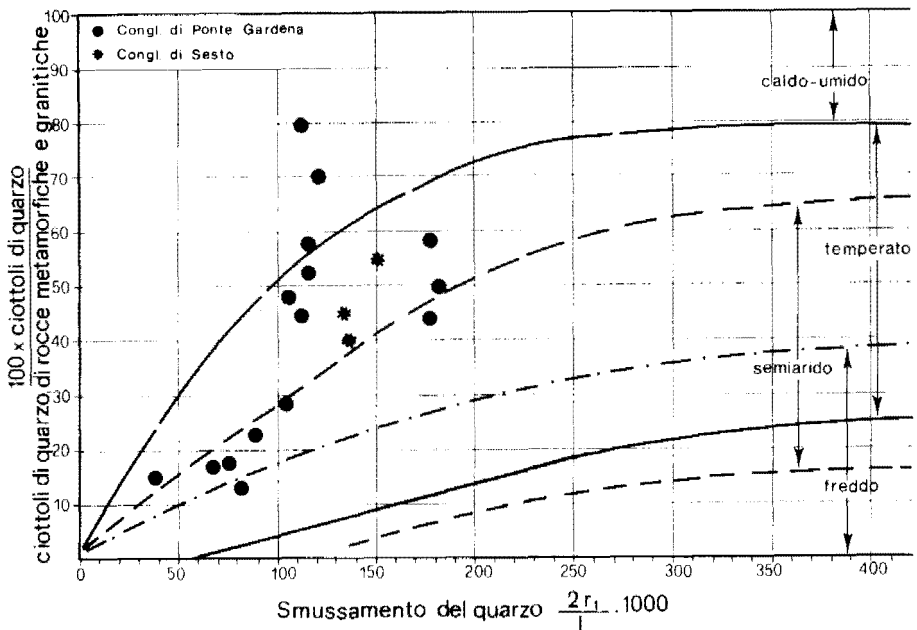


Abb. 4. L'ambiente climatico del Conglomerato di Ponte Gardena e dei conglomerati di Sesto dedotto dal diagramma: smussamento — % dei ciottoli di quarzo.

Klimatische Verhältnisse zur Zeit der Ablagerung des Waidbrucker und des Sextner Konglomerats abgeleitet aus dem Diagramm der Zurundung und des prozentualen Anteils der Quarzgerölle.

B. I conglomerati di Sesto (Arenarie di Val Gardena inferiori)

Nella regione dolomitica la base delle Arenarie di Val Gardena è talvolta costituita da un livello conglomeratico discontinuo dello spessore di pochi metri. Nella Val di Sesto (SEXTEN, T.) e nel Comelico, tuttavia, questo livello raggiunge spessori eccezionali (anche 200 m) e giace direttamente o con l'interposizione di livelli eruttivi discontinui sul Conglomerato di Ponte Gardena. In questa nota ci si occupa appunto dei conglomerati delle „Arenarie di Val Gardena“ della Val di Sesto e del Comelico superiore, non solo perché essi raggiungono in queste località spessori eccezionali, ma anche perché presentano qui alcune particolarità di composizione e tessiture assai utili per la datazione del sottostante Conglomerato di Ponte Gardena e per lo studio stratigrafico e la ricostruzione paleoambientale delle Dolomiti nord-orientali nel Permiano inferiore e medio.

Questi conglomerati erano noti finora col termine di conglomerati di Val Gardena (C. FRIZ, 1958; R. DAL CIN, 1965). Tuttavia, dopo l'introduzione del nuovo termine „Conglomerato di Ponte Gardena“, riteniamo che questa denominazione sia da abbandonare per non creare confusioni. Chiameremo, perciò, d'ora in avanti i conglomerati costituenti la base delle Arenarie di Val Gardena e posteriori alle vulcaniti atesine col termine di conglomerati di Sesto.

I conglomerati di Sesto affiorano principalmente lungo tutto il versante destro della Val di Sesto, sul M. Rosso, sul Col Rosson e lungo il versante sinistro dell'alta Valle del Padola. I massimi spessori (200 m) sono raggiunti nella zona del Passo di M. Croce Comelico e nell'alta Val di Sesto. Verso NW lo spessore diminuisce abbastanza lentamente per portarsi a S. Candido a circa 130 m. Verso N e verso SE lo spessore si riduce rapidamente, tanto che sul M. Rosso e sul Col Rosson abbiamo potenze aggirantesi rispettivamente sui 50—70 m e sui 15—30 m.

Nella zona del Passo di M. Croce Comelico i conglomerati di Sesto giacciono sopra un livello di ignimbriti riodacitiche (R. DAL CIN, 1965) analoghe a quelle del piastrone porfirico atesino e dello spessore massimo di 20—30 m. Nella bassa Val di Sesto, ove le ignimbriti sono assenti, poggiano sul sottostante Conglomerato di Ponte Gardena senza apparente discontinuità, mentre nell'alta Val di Sesto e nel Comelico superiore giacciono direttamente in discordanza angolare sul basamento scistoso cristallino (Abb. 5).

Il colore dei conglomerati è per lo più rossastro e più raramente grigio.

Natura e provenienza dei ciottoli. La composizione dei conglomerati di Sesto è assai variabile sia verticalmente che lateralmente (Tab. 4). Nella zona del Passo di M. Croce Comelico (M. Covolo) vi è la seguente successione. La parte inferiore è costituita da strati e banchi formati in prevalenza da ciottoli di arenarie e di siltiti di color rosso vino e da ciottoli calcarei e calcareo-dolomitici. Gli elementi provenienti dal basamento metamorfico sono scarsi e così pure gli elementi di rocce eruttive (Tab. 4). I ciottoli siltosi, arenacei e calcarei si possono trovare mescolati nello stesso banco; più spesso, però, si osserva una alternanza irregolare di banchi formati prevalentemente di ciottoli calcarei con banchi a prevalenti elementi di arenarie e siltiti (con abbondante matrice arenacea). La grossolanità del conglomerato varia con la composizione; ove sono

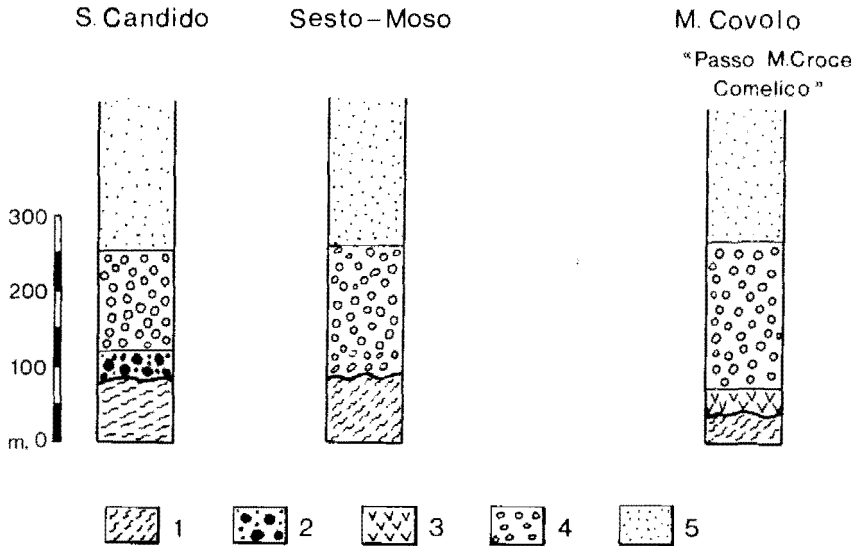


Abb. 5. Rapporti stratigrafici fra il Conglomerato di Ponte Gardena e i conglomerati di Sesto lungo la valle di Sesto. 1) Basamento scistoso-cristallino; 2) Conglomerato di Ponte gardena; 3) Ignimbriti riodacitiche e loro tuffi; 4) conglomerati di Sesto (Arenarie di Val Gardena inferiori); 5) Arenarie di Val Gardena.

Beziehungen zwischen den Waidbrucker Konglomerat und Sextner conglomerats in Sextentale. 1. Kristallinen Grundgebirge; 2. Waidbrucker Konglomerat; 3. Rhyodacitischen Ignimbriten mit ihren Tuffen; 4. Sextner Konglomerats (Unterer Grödner Sandstein); 5. Grödner Sandsteins.

prevalenti i calcari la grossolanità è assai più elevata di dove prevalgono le arenarie e siltiti. Evidentemente durante le piene meno violente veniva trasportato il materiale più minuto, formato da elementi molto piatti e fissili di arenarie e siltiti, mentre durante le piene più violente potevano venire presi in carico anche i ciottoli grossi, costituiti prevalentemente da calcari. Perciò la selezione in base alla grossezza operata da piene a competenza diversa, si risolveva anche in una selezione in base alla composizione. Verso la parte mediana della serie i ciottoli arenacei e siltosi si fanno più scarsi e su di essi prevalgono quelli calcarei. Gli elementi provenienti dal basamento e i ciottoli di rocce eruttive diventano più frequenti. Nella parte superiore, infine, prendono l'assoluta prevalenza i ciottoli di scisti cristallini e di quarzo; anche gli elementi effusivi si fanno più numerosi (Tab. 4).

Andando dal Passo verso S. Candido i ciottoli calcarei e arenacei scompaiono progressivamente, tanto che dopo Sesto sono quasi del tutto assenti (Tab. 4). La loro percentuale resta elevata, invece, lungo l'alta Val del Padola.

Circa le caratteristiche e l'origine dei ciottoli costituenti i conglomerati di Sesto possiamo dire quanto segue. Gli elementi di arenarie e di siltiti sono molto compatti, appiattiti e di dimensioni che di solito non superano in 5 cm. Si tratta per lo più di arenarie fini e medie e di siltiti di color rosso vino, piuttosto compatte. Esse sono costituite da elementi spigolosi di quarzo e in minor misura di feld-

spati e di miche (per lo più muscovite), e assai subordinatamente da frammenti di roccia. La matrice è generalmente quarzoso-limonitico-sericitica; talvolta è anche presente cemento carbonatico. Per la loro composizione, le loro caratteristiche tessiturali e il colore questi ciottoli presentano alcune analogie con le facies più diffuse delle Arenarie di Val Gardena della vicina catena carnica.

I ciottoli calcarei e calcareo-dolomitici sono assai compatti, spesso microcristallini, di colore rossastro, roseo, grigio o bianco. Sono in genere notevolmente fossiliferi, ricchi soprattutto in Fusulinidi. Per le loro caratteristiche petrografiche e faunistiche essi si devono far derivare dalla formazione di Trogkofel, come sostengono anche G. MERLA (1931 b) e GB. DAL PIAZ, e dalle sottostanti formazioni calcaree a *Pseudoschwagerina*. Insieme ai ciottoli calcarei e dolomitici sono stati notati anche rari elementi di una breccia calcarea del tutto simile alla Breccia di Tarvisio, che nella catena carnica è sovrastante alla formazione del Trogkofel.

I ciottoli di rocce eruttive sono costituiti in prevalenza da andesiti e subordinatamente da ignimbriti riolitiche e riocacitiche con daciti, tufi e vetrofiri riolitici. Queste rocce sono analoghe a quelle che si rinvencono nel piastrone porfirico atesino.

Oltre ai tipi fin qui nominati esistono anche rari ciottoli di una roccia selcioso-quarzosa di color rosso o nero derivante probabilmente anch'essa dalla serie paleozoica sedimentaria della Carnia.

Da quanto detto fin qui appare evidente che i ciottoli di maggior interesse sono quelli arenaceo-siltosi e carbonatici. Nella catena carnica le Arenarie di Val Gardena sormontano spesso la formazione di Trogkofel, mentre nei conglomerati di Sesto la distribuzione dei ciottoli risulta invertita; in basso sembrano prevalere le arenarie e siltiti, nella parte mediana sembrano farsi più frequenti i calcari. Questa distribuzione potrebbe far pensare che i ciottoli arenacei e siltosi dei conglomerati di Sesto derivino dall'erosione delle Arenarie di Val Gardena della catena carnica (comprendendo in questo termine anche le zone montuose dell'Austria con analoga stratigrafia). Allo stato attuale delle nostre conoscenze

Località	Scisti crist.	Quarzo	Effusive	Arenarie	Calcari	100 x quarzo
	%	%	%	%	%	quarzo+scisti
Presso S. Candido	44	54	2			55
Lago di Sesto	54	43	3			44
M. Covolo (parte alta dei conglomerati)	52	35	11	2		40
M. Covolo (parte basale dei conglomerati)	3	10	5	49	33	

Tab. 4. Composizione litologica dei conglomerati di Sesto (Arenarie di Val Gardena inferiori).
L = 2—10 cm.

Geröllzusammensetzung des Sextner Konglomerats (Unterer Grödner Sandstein). L = 2—10 cm.

sembra tuttavia più accettabile l'ipotesi che detti ciottoli derivino dall'erosione di livelli clastici rossi tardo paleozoici della Carnia più antichi delle Arenarie di Val Gardena ivi affioranti.

Nella zona del Passo di M. Croce Comelico, nella parte inferiore e media dei conglomerati ove compaiono i ciottoli carbonatici e di arenarie e siltiti, si notano spesso, soprattutto nei banchi costituiti in prevalenza da elementi carbonatici, delle croste calcaree lentiformi dello spessore per lo più di 5—10 cm (max. 30 cm) che non di rado simulano i comuni strati di calcare sedimentario. Il più delle volte queste croste sono impostate in livelli sottili di ciottoli calcarei che risultano così tutti fra loro saldati e mascherati. A volte, invece di croste lentiformi, si osservano placche irregolari, più o meno di forma tabulare, di materiale conglomeratico o arenaceo cementato da carbonato di calcio. Il calcare incrostante è di colore chiaro e per lo più notevolmente fine.

Sull'origine di queste croste calcaree non sembra possano sussistere dubbi; si tratta di quei depositi carbonatici di origine chimica (caliche), che si formano di solito per intensa evaporazione di una falda freatica carica di bicarbonato calcio. L'ambiente climatico più favorevole alla formazione di questi depositi sembra essere quello caldo e semi-arido (J. H. DURAND, 1952).

A volte, al posto del cemento calcareo, si osserva un cemento costituito da un mosaico dolomitico cristallino derivante con molta probabilità dalla sostituzione di un originario cemento di carbonato di calcio.

Strutture e caratteristiche tessiturali dei conglomerati di Sesto. Per quanto riguarda la stratificazione e le caratteristiche strutturali, in generale vale più o meno quanto detto per gli affioramenti più maturi del Conglomerato di Ponte Gardena. Le caratteristiche granulometriche sono riportate in Abb. 1 e in Tab. 2.

Assai interessante è l'analisi dei dati morfometrici dei ciottoli di quarzo. Le mediane dello smussamento sono abbastanza elevate essendo comprese fra 133 e 246 (Tab. 3). Tuttavia gli istogrammi dello smussamento (N. 11, 12, 13 e 14 di Abb. 2) e le relative curve cumulative ci indicano chiaramente che i ciottoli di quarzo sono in parte rimaneggiati. Il rimaneggiamento è evidente soprattutto nell'istogramma 14 (M. Covolo, parte basale della serie) che appare marcatamente bimodale e assai piatto. Gli elementi rimaneggiati sono soprattutto quelli con smussamento superiore a 250 e sono riconoscibili anche perchè sono di solito piuttosto piccoli, non superando in generale i 5—6 cm. Le più alte percentuali di questi elementi si riscontrano nei pressi del Passo di M. Croce Comelico ove sono associati ai ciottoli calcarei e arenaceo-siltosi. Verso S. Candido e verso il Comelico la loro percentuale diventa bassissima (1—2%).

Fatto degno di nota è che alcuni dei ciottoli rimaneggiati (in una percentuale compresa per lo più fra il 10 e il 20%) risultano interessati da fratture fresche. Gli spigoli generati da queste fratture sono assai debolmente smussati. Da ciò si può dedurre che: 1. tali ciottoli sono stati elaborati quasi esclusivamente in un precedente o in precedenti cicli sedimentari; 2. durante l'ultimo trasporto sono stati sottoposti ad urti tali da venire frammentati (è infatti da escludere l'azione del gelo). Si deve quindi pensare che il corso o i corsi d'acqua lungo i quali ven-

nero trasportati i conglomerati di Sesto erano caratterizzati dalla presenza di cascate o per lo meno di rapide o gole in cui era possibile la frammentazione dei ciottoli di quarzo. Corsi d'acqua, quindi, con caratteristiche fortemente torrentizie e con elevata pendenza del letto.

Lo smussamento dei ciottoli di calcare, di arenarie-siltiti e di rocce effusive non è molto elevato. Per quanto riguarda i calcari e le arenarie-siltiti si può ammettere che essi abbiano effettuato in media un tragitto di circa 30 Km.

L'appiattimento delle arenarie-siltiti è molto pronunciato, indice di elevata fissilità delle rocce madri. I calcari invece sono poco appiattiti, essendo la mediana dell'appiattimento pari a 1,51. Questo valore è estremamente basso e tale da escludere un ambiente climatico freddo (A. CAILLEUX & J. TRICART, 1959).

Ambiente e modalità di sedimentazione. Circa le modalità di sedimentazione possiamo dire che esse non furono molto dissimili da quelle illustrate per il Conglomerato di Ponte Gardena della Val Sugana. Esistono molti fattori che inducono a ritenere trattarsi di depositi di conigli alluvionali (probabilmente coalescenti): 1. sovente lo spessore dei conglomerati va diminuendo lungo varie direzioni che divergono più o meno a ventaglio partendo da zone di massima potenza (accentrate per lo più presso il Passo di M. Croce Comelico); 2. la diminuzione di spessore è spesso accompagnata da diminuzione della grossolanità; 3. l'indicazione di un tipo di deposizione più o meno forzata da parte delle curve cumulative N. 11 e 12 di Abb. 1). A queste particolarità si aggiungono strutture più o meno embricate, qualche stratificazione incrociata e qualche canale di erosione.

L'ambiente climatico sembra analogo a quello caratteristico del Conglomerato di Ponte Gardena, come si può dedurre dalla Abb. 4. L'esistenza di un clima caldo e semi-arido è confermato anche dalla presenza delle croste calcaree (caliche) nella parte inferiore e media dei conglomerati di Sesto nella zona del Passo di M. Croce Comelico.

Le condizioni climatiche sotto le quali si formò il Conglomerato di Ponte Gardena perciò non variarono molto anche dopo la messa in posto delle vulcaniti atesine, durante la sedimentazione delle Arenarie di Val Gardena, anche se probabilmente ci fu una progressiva diminuzione della piovosità.

Considerazioni paleotettoniche. Dalla tab. 3 appare evidente che i ciottoli dei conglomerati di Sesto presentano uno smussamento inferiore (escludendo naturalmente gli elementi rimaneggiati) di quello dei ciottoli del sottostante Conglomerato di Ponte Gardena affiorante a S. Candido. Le cause di queste differenze possono essere soprattutto due: climatiche o tettoniche. Si è visto che il clima non sembra presentare variazioni notevoli passando dall'una all'altra formazione. Tuttavia anche supponendo che il clima possa avere subito qualche cambiamento, bisogna ammettere che la causa principale del minor grado di maturità tessiturale dei conglomerati di Sesto sia dovuto ad un innalzamento tettonico avvenuto prima e probabilmente durante la deposizione dei conglomerati stessi. La presenza di ciottoli di Calcare di Trogkofel indica senza possibilità di dubbio che nel Permiano medio il bacino di provenienza dei conglomerati di Sesto fu interessato da un sollevamento tettonico. In seguito a questo solle-

vamento venne eroso sia il calcare di Trogkofel che la sovrastante Breccia di Tarvisio. Il sollevamento tettonico dovette interessare zone abbastanza prossime alle Dolomiti nord-orientali, come dimostra il mediocre grado di elaborazione dei ciottoli calcarei e arenaceo-siltosi; dovette essere anche piuttosto marcato e rapido se in seguito ad esso si formarono corsi d'acqua fortemente torrentizi con cascate, rapide o forre, come indica la frammentazione dei ciottoli rimaneggiati di quarzo. A questo sollevamento del bacino di erosione probabilmente si accompagnò, nelle Dolomiti nord-orientali, anche uno sprofondamento del bacino di sedimentazione dei conglomerati.

E' possibile che questi sollevamenti e sprofondamenti siano imputabili a movimenti tardivi della fase saaliana, che coinvolsero zone della catena carnica prossima alle Dolomiti e in parte e più debolmente anche queste ultime. Secondo P. LEONARDI (1965, 1966) i movimenti della fase saaliana interessarono il complesso porfirico e addirittura le Arenarie di Val Gardena delle Dolomiti; anche secondo A. BOSELLINI (1965) faglie subverticali furono attive nelle Dolomiti nord-occidentali in vari momenti del Permiano.

C. Età del Conglomerato di Ponte Gardena e dei conglomerati di Sesto

Il problema dell'età del Conglomerato di Ponte Gardena è stato ampiamente trattato da P. LEONARDI (1966) e quindi riteniamo inutile dilungarci sull'argomento. Vorremmo invece soffermarci sulle novità emerse dallo studio dei conglomerati di Sesto, che ci sembra possano portare utili contributi per la datazione dei terreni permiani delle Dolomiti, almeno di quelle orientali.

Si è visto che i conglomerati di Sesto contengono ciottoli fossiliferi del Calcare di Trogkofel e della Breccia di Tarvisio. E' perciò evidente che essi e quindi l'intera formazione delle Arenarie di Val Gardena delle Dolomiti orientali non possano essere più antichi della parte basale del Permiano medio, considerando che con il Calcare di Trogkofel e con la Breccia di Tarvisio si chiude, in Carnia, il Permiano inferiore (F. KAHLER, 1963; R. SELLI, 1963).

Possono queste considerazioni essere considerate valide anche per le Arenarie di Val Gardena delle altre zone delle Dolomiti? E' impossibile per ora dare una risposta. I dati paleontologici non sono stati finora di grande aiuto, dato che in base ad essi le Arenarie di Val Gardena sono state via via attribuite al Permiano inferiore, a quello medio, alla parte basale del Permiano superiore e addirittura al Carbonifero superiore. Tuttavia, trattandosi di depositi alluvionali, è assai probabile (P. LEONARDI, 1967; A. BOSELLINI & R. DAL CIN, 1968) che i vari affioramenti non siano coevi e che quindi esista uno sfasamento fra l'inizio e la fine della sedimentazione delle Arenarie di Val Gardena nelle diverse zone delle Dolomiti.

Per quanto riguarda il Conglomerato di Ponte Gardena (Verrucano alpino), abbiamo visto che esso passa superiormente (a S. Candido), senza visibili discontinuità, ai soprastanti conglomerati di Sesto. E' ragionevole quindi sostenere che almeno in parte esso appartenga alla parte alta del Permiano inferiore. Tuttavia, dato che non esistono prove che possano escludere che parte di esso si sia formato addirittura nel Carbonifero superiore, si verrebbe a supporre per

questa formazione un periodo di sedimentazione assai lungo. E' però probabile che i vari affioramenti del Conglomerato di Ponte Gardena non abbiano tutti la medesima età e che l'inizio e la fine della loro sedimentazione siano avvenuti in tempi diversi in relazione con la morfologia continuamente in evoluzione dell'antico paesaggio post-ercinico e con la non contemporaneità di inizio della deposizione delle vulcaniti nelle varie zone delle Dolomiti.

Quanto sopra sembrerebbe avvalorato anche dal diverso grado di indurimento e in definitiva di diagenesi riscontrato nei vari affioramenti. Questo infatti farebbe supporre che alcuni conglomerati abbiano subito dei processi chimico-fisici che altri non hanno subito (o solo in parte); la qual cosa sembrerebbe presupporre una notevole differenza di età fra i vari affioramenti.

In definitiva, si ritiene probabile che alcuni affioramenti di Conglomerato di Ponte Gardena appartengano in parte al Carbonifero superiore mentre altri siano da ascrivere totalmente al Permiano (arrivando al massimo fino alla parte alta del Permiano inferiore).

Conclusioni

Lo studio sedimentologico-stratigrafico dei depositi conglomeratici permocarboniferi post-ercinici delle Dolomiti ha permesso di stabilire quanto segue.

Il Conglomerato di Ponte Gardena, giacente fra il basamento metamorfico e le vulcaniti atesine, è un deposito torrentizio discontinuo originatosi sotto un clima caldo e moderatamente semi-arido. Esso si è depositato essenzialmente in due distinti ambienti: il primo topograficamente poco rilevato, il secondo pedemontano. Le regioni rilevate erano attraversate da incisioni brevi e poco profonde entro le quali, durante piene violente e improvvise, veniva trasportato e depositato, talvolta in massa, materiale ghiaioso grossolano e assai poco maturo (conglomerati della Val Gardena, della Val di Funes e del Comelico). Accanto alle zone topograficamente rilevate esistevano vaste depressioni vallive forse generate da faglie, entro le quali si formavano, allo sbocco dei torrenti, depositi di conii di deiezione ed estesi espandimenti alluvionali (affioramenti di S. Candido e dell'alta Val Sugana).

I conglomerati di Sesto (giacenti sopra le vulcaniti atesine e costituenti nella Val di Sesto e nel Comelico la parte basale delle Arenarie di Val Gardena) si sono formati anch'essi in ambiente pedemontano, sotto un clima caldo e semiarido. Nelle Dolomiti nord-orientali l'ambiente torrentizio si mantenne quindi per un certo tempo anche dopo la messa in posto delle vulcaniti atesine. Accentuandosi lo spianamento e l'invecchiamento del paesaggio postercinico prese poi anche qui il sopravvento, pur senza sostanziali cambiamenti di clima, una sedimentazione di materiali più fini, soprattutto di canali fluviali e di piane d'inondazione, che nelle altre zone delle Dolomiti era iniziata con la fine dell'attività vulcanica (Arenarie di Val Gardena).

Sulla base della composizione litologica e delle caratteristiche tessiturali dei conglomerati di Sesto, si desume che il loro bacino di alimentazione subì, nel Permiano, un sollevamento tettonico in seguito al quale venne eroso, tra l'altro, il Calcare di Trogkofel. E' evidente quindi che la base delle Arenarie di Val

Gardena delle Dolomiti Orientali non può essere più antica di questa formazione con cui si chiude in Carnia il Permiano inferiore.

Circa l'età del Conglomerato di Ponte Gardena, che a S. Candido è subito sottoposto ai conglomerati di Sesto, si deduce che esso, almeno in parte, è permiano. Tuttavia è probabile che l'inizio e la fine della sedimentazione nelle varie zone delle Dolomiti siano avvenuti in tempi diversi in relazione con la morfologica continuamente in evoluzione dell'antico paesaggio post-ercinico e con l'inizio dell'attività vulcanica nelle diverse zone della regione. E' quindi assai probabile che mentre alcuni affioramenti siano riferibili totalmente al Permiano (arrivando al massimo fino alla parte alta del Permiano inferiore altri appartengano in parte anche al Carbonifero superiore.

Bibliografia

- ACCORDI, B. (1956): Verrucano Alpino. — *Lex. Strat. Intern.*, 1, Europa, fasc. 11 Italia, 134—135.
- ACCORDI, B. (1959): Il Permiano superiore delle Dolomiti e le sue relazioni con l'orogenesi ercinica. — *Est. Geol., Inst. „Lucas Mallada“*, 15.
- ALLEN, J. R. L. (1963): The classification of cross-stratified units, with notes on their origin. — *Sedimentology*, 2, 93—114.
- ALLEN, J. R. L. (1965): A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. — *Sedimentology*, 5, 91—191.
- ASSERETO, R., & CASATI, P. (1966): Il „Verrucano“ nelle prealpi lombarde. — *Atti Symp. Verrucano, Pisa, Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 247—265.
- BLISSENBACH, E. (1954): Geology of alluvial fans in semiarid regions. — *Bull. Geol. Soc. Am.*, 66, 175—190.
- BLUCK, B. J. (1965): The sedimentary history of some triassic conglomerates in the Vale of Glamorgan, South Wales. — *Sedimentology*, 4, 225—246.
- BOSELLINI, A. (1965): Particolarità tettoniche nelle Dolomiti nordoccidentali. — *Ann. Univ. Ferrara, Sez. 9, 1, N. 1*.
- BOSELLINI, A., & DAL CIN, R. (1968): Sedimentologia delle Arenarie di Val Gardena. Sezione di San Martino in Badia (Bolzano). — *Boll. Soc. Geol. It.*, 87, 401—423.
- CAILLEUX, A., & TRICART, J. (1959): Initiation à l'étude des sables et des galets. — *Cent. Doc. Univ.*, T. I, II, III, p. 765.
- CASTIGLIONI, B. (1939): Il gruppo delle Pale di S. Martino. — *Mem. Ist. Geol. Univ. Padova*, 13.
- DAL CIN, R. (1963): Primi risultati di uno studio sul „Verrucano alpino“ delle Dolomiti settentrionali. — *Boll. Soc. Geol. It.*, 82, 93—105.
- DAL CIN, R. (1965): La geologia del Monte Covolo nell'alta Val di Sesto (Alto Adige Orientale). — *St. Trent. Sc. Nat., Sez. A*, 42, 95—109.
- DAL CIN, R. (1966): Caratteristiche morfometriche e granulometriche di alcuni affioramenti di Conglomerato basale (Verrucano alpino) delle Dolomiti. — *Atti Symp. Verrucano, Pisa, Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 275—290.
- DAL CIN, R. (1967): Conglomerato basale. — In: P. LEONARDI: *Le Dolomiti, Geologia dei Monti tra Isarco e Piave*, Manfrini edit., Rovereto, 37—46.
- DAL CIN, R. (1968 a): "Pebble clusters": their origin and utilization in the study of palaeocurrents. — *Sedimentary geology*, 2, 233—241.
- DAL CIN, R. (1968 b): Climatic significance of roundness and percentage of quartz in conglomerates. *Jour. Sed. Petr.*, 38, 1094—1099.
- DAL PIAZ, GB. (1934): Studi geologici sull'Alto Andige orientale e regioni limitrofe. — *Mem. Ist. Geol. Univ. Padova*, 10.
- DAL PIAZ, GB. (1942): Geologica della bassa Val d'Ultimo e del massiccio granitico di Monte Croce. — *Mem. Mus. St. Nat. Ven. Trid.*, 10, 177—360.
- DOZY, J. J. (1935): Über das Perm der Südalpen. — *Leid. Geol. Mededl.*, 7, 41—62.

- DURAND, J. H. (1952): Les différents types de croûtes, leurs caractères principaux, leur signification climatique. — Actes du Cong. Panaf. de Prehist., II Session, Alger, 277—278.
- ELLENBERGER, F. (1966): Le Permien du pays du Vanoise. — Atti Symp. Verrucano, Pisa, Soc. Tosc. Sc. Nat., 170—211.
- ELTER, P., GIGLIA, G., RAU, A., & TONGIORGI, M. (1966): Il Verrucano della Verruca (Monti Pisani) nel quadro della serie del Carbonifero, del Permiano e del Trias della Toscana settentrionale. — Atti Symp. Verrucano, Pisa, Soc. Tosc. Sc. Nat., 3—33.
- FABRE, J., & FEYS, R. (1966): Les series bariolées du massif de Rochaille: leurs rapports avec le „Verrucano“ de Briançon et les „permien“ de Maurienne et de Tarentaise. — Atti Symp. Verrucano, Pisa, Soc. Tosc. Sc. Nat., 143—169.
- FALKE, H. (1966): Das Unterperm zwischen der Nordsee und dem Alpenraum. — Atti Symp. Verrucano, Pisa, Soc. Tosc. Sc. Nat., 324—354.
- FELLERER, R. (1968): Geologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen zwischen Passo Cereda und Forcella Aurine (Norditalien). — Lud.-Max.-Universität, München, 1—73.
- FISCH, W. (1961): Der Verrucano auf der Nordost-Seite des Sernftales (Kt. Glarus). — Mitteil. Natur. Gesell. Kt. Glarus, 11, 3—88.
- FISCH, W., & RYE, W. (1966): Der Verrucano in den Glarner Alpen. — Atti Symp. Verrucano, Pisa, Soc. Tosc. Sc. Nat., 233—244.
- FRIZ, C. (1958): Osservazioni sulla serie paleozoica e sulle mineralizzazioni uranifere della Carnia e del Comelico. — C. N. R. N., St. Ric. Div. Geomin., 1, 673—686.
- FUGANTI, A., & MORTEANI, G. (1965): La geologia dei dintorni di Roncegno (Trento). — St. Trent. Sc. Nat., Sez. A, 42, 5—80.
- GIANNOTTI, G. P. (1958): La serie permo-carbonifera delle Alpi centro orientali. — C. N. R. N., St. Ric. Div. Geom., 1, 291—321.
- HEISSEL, W., & LADURNER, J. (1936): Geologie des Gebietes von Villnöss, Gröden, Schlern, Rosengarten. — Jb. Geol. B.-A., 86, 1—63.
- HERITSCH, F. (1934): Die Stratigraphie von Oberkarbon und Perm in den Karnischen Alpen. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 26, 162—190.
- HERITSCH, F. (1936): Die Karnischen Alpen — Monographie einer Gebirgsgruppe der Ostalpen mit variszischem und alpidischem Baer. — Graz, p. 205.
- HERITSCH, F., & KUEHN, O. (1951): In SCHAEFFER (F. X.) — Geologie von Österreich. Deuticke, 2. Aufl., 233—298, Wien.
- HUBER, R. (1964): Etude geologique du massif du Gufelstock avec stratigraphie du Verrucano. — Mitt. Geol. Inst. Eidg. Techn. Hochschule Univ. Zürich, 23, 1—154.
- KAHLER, F. (1963): Die jungpaläozoischen Ablagerungen auf dem variszischen Sockel der Südalpen, des Balkans und Ungarns. — Giorn. di Geologia, 31, 245—254.
- KLEBELSBERG, R. v. (1935): Geologie von Tirol. — Gebrüder Bornträger, Berlin, p. 872.
- KUEHN, O. (1962): Verrucano (Alpiner . . .). — Lex. Strat. Int., 1, Europa, Fasc. 8 Autriche, p. 498.
- LAMING, D. J. C. (1966): Imbrications, paleocurrents and other sedimentary features in the lower New Red sandstones, Devonshire, England. — Jour. Sed. Petr., 36, 940—959.
- LEONARDI, P. (1943): Sintesi stratigrafico-tettonica e nuova carta geologica al 50.000 della Val Gardena e dei gruppi dolomitici circostanti. — L'Universo, 24, 1—39.
- LEONARDI, P. (1955): Breve sintesi geologica delle Dolomiti occidentali. — Boll. Soc. Geol. It., 74, 1—79.
- LEONARDI, P. (1965): Tettonica e tetto-genesi delle Dolomiti. — Atti Acc. Naz. Lincei, S. 8, 7, Sez. II, fasc. 3.
- LEONARDI, P. (1966): Considerazioni sull'età e sulla denominazione del Conglomerato basale (Verrucano Alpino auct.) delle Alpi Meridionali. — Atti Symp. Verrucano, Soc. Tosc. Sc. Nat., Pisa, 266—274.
- LEONARDI, P., & SACERDOTI, M. (1967): Complesso effusivo porfirico atesino. In: P. LEONARDI „Le Dolomiti: Geologia dei Monti tra Isarco e Piave“, Edit. Manfrini, Rovereto.
- LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G., & MILLER, J. P. (1964): Fluvial processes in Geomorphology. — Freeman and Co., p. 522.
- LUSTIG, L. K. (1965): Clastic sedimentation in Deep Springs Valley, California. — Geol. Surv. Prof. Paper, 352-F, 131—192.

- MCKEE, E. D., & WEIR, G. W. (1953): Terminology for stratification and cross-stratification in sedimentary rocks. — *Bull. Geol. Soc. Am.*, 64, 381—390.
- MECKEL, L. D. (1967): Origin of Pottsville conglomerates (Pennsylvanian) in the Central Appalachians. — *Geol. Soc. Am. Bull.*, 78, 223—258.
- MERLA, G. (1931 a): Osservazioni morfologiche e tettoniche sugli altipiani ampezzani (Fosses, Sennes, Fanes). — *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 42, 1—45.
- MERLA, G. (1931 b) Osservazioni geologiche sulle Dolomiti di Sesto in Pusteria. — *Atti Soc. It. Prog. Sc.*, 2.
- MICHARD, A., & VIALON, P. (1966): Permo-Trias, Permien s.l. et Permo-Carbonifère métamorphisées des Alpes Cottiennes internes: les facies „Verrucano“ et les series volcano-detritiques du Massif Dora-Maira. — *Atti Symp. Verrucano, Pisa, Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 116—135.
- MITTEMPERGER, M. (1962): Rilevamento e studio petrografico delle vulcaniti paleozoiche della Val Gardena. — *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., S. A., f. II.*
- MUTSCHLECHNER, G. (1933): Geologie der Peitlerkofelgruppe (Südtiroler Dolomiten). — *Jb. Geol. B.-A.*, 83, 75—112.
- NAGTEGAAL, P. C. J. (1966): Scour-and-fill structures from a fluvial piedmont environment. — *Geol. en Mijnbouw*, 10, 342—354.
- NILSEN, T. H. (1969): Old red sedimentation in the Buelandet-Voerlandet Devonian district, Western Norway. — *Sedimentary Geo.*, 3, 35—58.
- PIA, J. (1937): Stratigraphie und Tektonik der Prager Dolomiten in Südtirol. — *Wien*, 15—248.
- PICHLER, H. (1962): Beiträge zur Tektonik des Südtiles der Bozener Porphyroplatte im Raum um Trient (Oberitalien). — *Mitt. Geol. Ges.*, 55, 41—54.
- RIEHL-HERWIRSCH, G. (1965): Die postvariscische Transgressionsserie im Bergland östlich vom Magdalensberg (Umgebung des Christophberges), Kärnten, Österreich. — *Mitt. Ges. Geol. Bergbaust.*, 14—15, 229—266.
- SELLI, R. (1963): Schema geologica delle Alpi Carniche e Giulie occidentali. — *Giorn. di Geol.*, S. 2 a, 30, 1—121.
- TOLLMANN, A. (1962): Alpiner Verrucano. — *Lex. Strat. Int.*, 1, Europe, Fasc. 8, Autriche, 13—15.
- TOLLMANN, A. (1964): Das Permoskyth in den Ostalpen sowie Alter und Stellung des „Haselgebirges“. — *N. Jb. Paläont.*, 5, 270—299.
- TRENER, G. B. (1957): Morfologia di Cima d'Asta, Lagorai e Valsugana. — In: *Scritti Geografici e Geologici*; v. II, *St. Trent. Sc. Nat.*, 34, 595—649.
- TREVISAN, L. (1955): Il Trias della Toscana e il problema del Verrucano triassico. — *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.*, 62.
- TRICART, J. (1965): Principes et méthodes de la Géomorphologie. — *Masson et C. ie*, p. 496.
- TRÜMPY, R. (1966): Considérations générales sur le „Verrucano“ des Alpes suisses. — *Atti Symp. Verrucano, Pisa, Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 212—232.
- WILLIAMS, E. (1969): Characteristics and origin of precambrian pediment. — *Journ. of Geology*, 77, 183—207.
- WOLFF, F. v. (1908): Beiträge zur Petrographie und Geologie des „Bozener Quarzporphyrs“. 1. Die Gliederung und petrographische Beschaffenheit des Quarzporphyrsystems der Umgebung von Bozen (Südtirol). — *N. Jb. Min., Geol. Pal., Beil.*, 27, 72—156.