

GIAN CAMILLO CORTEMIGLIA (\*) & MICHELE MOTTA (\*\*)

## APPLICAZIONE DELLE TECNICHE MORFOMETRICHE AL PROBLEMA DELLA DISTINZIONE DEI DEPOSITI GLACIALI E FLUVIOGLACIALI NELL'ALTA VALLE DI GRESSONEY (VALLE D'AOSTA)

ABSTRACT: CORTEMIGLIA G.C. & MOTTA M., *Discriminating between glacial and fluvio-glacial drift in the Upper Gressoney Valley (Valle d'Aosta, Italy) by means of morphometric techniques*. (IT ISSN 0391-9838, 1995).

Morphometric analysis has been applied to alluvial, fluvio-glacial and glacial drift material collected in the upper Gressoney Valley, in order to discriminate among the different depositional environments. Tracing the centile curve of the deposits under scrutiny, a first centile was found and an average pebble size respectively of 190 cm and 15 cm for glacial drift, 180 cm and 13 cm for fluvio-glacial deposits, and 70 cm and 29 cm for the alluvial deposits. The analysis of lithofacies, carried out for the various length classes of clasts, points to the dominance, in the three different types of sediment, of kinzigites and augen gneisses, with some granites and aplites. Therefore, in order to evaluate the forms and the elaboration of clasts, gneissic clasts 40-60 mm long have been used. Bearing in mind the results of the morphometric analysis upon samples comprising 120 clasts each, collected in the alluvial, fluvio-glacial and glacial drift deposits, it appears that the medians of the rounding (E), sphericity (SF), entrainment ( $\Omega$ ) and of the simplified form coefficient (CFS) are capable of significantly discriminating the different transport and mobilization environments.

KEY WORDS: Sedimentology, Moraine, Fluvio-glacial, Valle d'Aosta (Alps).

RIASSUNTO: CORTEMIGLIA G.C. & MOTTA M., *Applicazioni delle tecniche morfometriche al problema della distinzione dei depositi glaciali e fluvio-glaciali nell'Alta Valle di Gressoney (Valle d'Aosta)*. (IT ISSN 0391-9838, 1995).

Sui clasti di depositi alluvionale, fluvio-glaciale e morenico, raccolti in alta quota nel bacino idrografico del Lys (Valle di Gressoney), viene applicata l'analisi morfometrica al fine di verificare se fornisce risultati in grado di discriminare tra loro questi diversi ambienti formazionali esaminati.

Applicando il tracciamento della curva dei centili (CORTEMIGLIA, 1989a) sui depositi esaminati si ricavano un primo centile ed un granulo medio rispettivamente di 190 cm e di 15 cm per il morenico, di 180 cm e di 13 cm per il fluvio-glaciale, di 70 cm e di 29 cm per l'alluvionale.

L'analisi delle litofacies eseguita per le varie classi di lunghezza dei clasti indica che nei tre diversi tipi di deposito esaminato predominano le

kinzigite e gli gneiss occhadini, mentre subordinati si presentano graniti ed apliti, per cui, per la valutazione delle forme e dell'elaborazione dei clasti, vengono utilizzati clasti di litofacies gneissica a classe di lunghezza 40-60 mm.

Dai risultati dell'analisi morfometrica eseguita su campioni di 120 clasti ciascuno raccolti nei depositi alluvionale, fluvio-glaciale e morenico, si evince come le mediane degli indici di smussamento (E), di sfericità (SF), di portanza ( $\Omega$ ) e del coefficiente di forma semplificato (CFS), risultano significativamente in grado di discriminare tra loro i tre diversi ambienti di trasporto e mobilizzazione.

TERMINI CHIAVE: Sedimentologia, Morena, Fluvio-glaciale, M. Rosa.

### INTRODUZIONE

La testata del bacino idrografico del Lys (Valle di Gressoney) presenta depositi morenici, fluvio-glaciali ed alluvionali, di età olocenica e in affioramenti altimetricamente differenziati in dipendenza delle varie oscillazioni climatiche succedutesi in età storica. Nelle zone adiacenti l'attuale asta principale del Lys, la delimitazione cartografica risulta incerta in quanto varie cause, quali l'inerbimento dei depositi, la loro cattiva esposizione topografica o l'avvenuta obliterazione dei loro peculiari lineamenti morfologici, nonché la mancanza di naturali pareti di esposizione, rendono difficile ed incerta soprattutto la discriminazione tra depositi morenici e depositi fluvio-glaciali e, persino, in alcuni casi, tra depositi alluvionali e fluvio-glaciali.

Tra le varie metodologie che consentono in questi casi di discriminare la natura dei depositi si è ritenuto opportuno verificare se l'analisi morfometrica sui clasti sia in grado o meno, in questa zona, di distinguere tra loro le varie tipologie dei depositi glaciali, fluvio-glaciali ed alluvionali. L'opportunità di questa verifica discende dal fatto che la metodologia dell'analisi morfometrica risulta di facile e spedita applicazione e non richiede specifici e mirati interventi, sempre piuttosto problematici in ambienti di alta quota come quello in oggetto.

Scopo di questa nota è pertanto verificare se l'applicazione dell'analisi morfometrica sui clasti appartenenti a depositi di sicura origine sia alluvionale, sia fluvio-glaciale, sia

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Genova.

(\*\*) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino.

Comunicazione presentata al Convegno «Cento anni di ricerca glaciologica in Italia», Torino, 19-20 Ottobre 1995 (Communication presented at the Meeting «100 years of glaciological research in Italy», Turin, 19-20 October 1995).

Ricerca svolta con il contributo del Murst e del CNR.

TABELLA 1 - Quadro sinottico della dimensionalità dei clasti e della frequenza delle loro litofacies in depositi di natura alluvionale, fluvioglaciale e morenica, ubicati lungo l'asta principale del Lys nell'alta Valle di Gressoney.

TABLE 1 - Synoptic picture of the morphometric features of three sets of 120 clasts from alluvial, fluvioglacial and morainic deposits in the Upper Gressoney Valley, together with their median shape and degree of elaboration indices.

CARATTERI GENERALI DEL DEPOSITO														
Grossolanità														
		Ambiente di mobilizzazione												
		Alluvionale				Fluvioglaciale				Morenico				
Centile in cm		70				180				190				
Dimensione media in cm		29				13				15				
Natura petrografica														
Frequenza per classi di lunghezza (A) in centimetri														
		Classi di lunghezza				Classi di lunghezza				Classi di lunghezza				
		8-12	16-24	37-62	> 75	4-6	8-12	16-24	37-62	> 75	8-12	16-24	37-62	> 75
Kinzigiti		17,65	20,69	13,23	25,00	66,66	43,75	50,00	42,86	66,67	66,66	41,67	75,00	50,00
Gneiss		41,18	37,93	39,71	50,00	16,67	56,25	33,33	42,86	33,33	16,67	58,33	25,00	50,00
Graniti		35,29	17,24	38,24	25,00	16,67		16,67	14,28		16,67			
Ofioliti		5,88	24,14	8,82										
Totale		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
		Alluvionale				Fluvioglaciale				Morenico				
		Ambiente di mobilizzazione												

morenica, fornisce risultati considerabili esauritivi ai fini applicativi quale sicuro criterio distintivo di facies ed utilizzabili per discriminare i ricordati depositi di incerta assegnazione formazionale.

## METODOLOGIA D'INDAGINE

I depositi presi in considerazione per l'applicazione dell'analisi morfometrica al fine di calibrare una metodologia di riconoscimento del loro ambiente di mobilizzazione e di trasporto si trovano ubicati lungo l'asta principale del Lys nelle seguenti aree di affioramento:

— deposito alluvionale di piena ordinaria, riferibile all'episodio alluvionale del Settembre 1994, posto a quota 2.010 m sul l.m.m. sulla sponda orografica sinistra del Lys in posizione immediatamente a monte della briglia dell'Alpe Cortlys;

— deposito fluvioglaciale che, ubicato a quota 2.355 m sul l.m.m. e formatosi negli anni 1985-86 immediatamente a valle di un cordoncino morenico della stessa età, da allora risulta soggetto alle divagazioni del torrente proveniente dalla fronte del Ghiacciaio del Lys;

— deposito morenico ubicato a quota 2.375 m sul l.m.m. sulla superficie del ghiacciaio, immediatamente a monte della scarpata frontale, in area del tutto priva di torrente sopraglaciale.

In questi tre affioramenti sono state innanzitutto svolte, con la tecnica del tracciamento della curva dei centili descritta da CORTEMIGLIA (1989a), le indagini per la determinazione delle caratteristiche tessiturali (grossolanità del deposito) individuando così (tab. 1) un primo centile di

190 cm per il deposito morenico, di 180 cm per il deposito fluvioglaciale e di 70 cm per quello alluvionale. Inoltre il tracciamento della curva dei centili successivi al primo per ciascuno di questi tre depositi ha messo in evidenza (tab. 1) una dimensione media dei clasti (granulo medio) di 15 cm per il morenico, di 13 cm per il fluvioglaciale e di 29 cm per l'alluvionale.

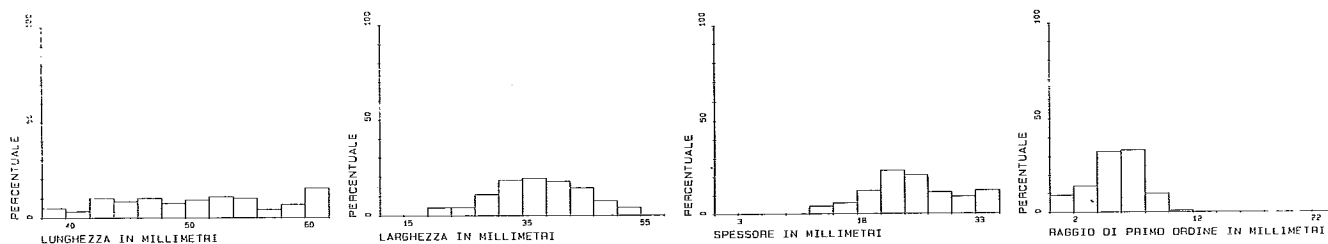
Relativamente alla grossolanità del deposito, mentre si evidenzia che nel morenico e nel fluvioglaciale l'1% dei clasti supera la lunghezza di 180 cm, nel deposito alluvionale si ritrova un valore di 70 cm, cioè 2,6 volte più ridotto. Al contrario la dimensionalità media nel deposito alluvionale risulta (tab. 1) all'incirca doppia di quella del morenico e del fluvioglaciale, per cui si può complessivamente dedurre per il deposito alluvionale una messa in posto per trasporto di massa.

L'analisi delle litofacies presenti nelle tre tipologie di deposito, come mostra la tab. 1, indica che, per tutte le varie classi di lunghezza esaminate, risultano predominanti kinzigiti e gneiss occhiadini, mentre subordinati si presentano graniti ed apliti, e addirittura limitate al solo deposito alluvionale le ofioliti, assenti nella parte superiore del bacino. Tale risultato consente pertanto di scegliere, per la valutazione delle forme e dell'elaborazione subita dai clasti, la litofacies gneissica come quella di riferimento e di confronto.

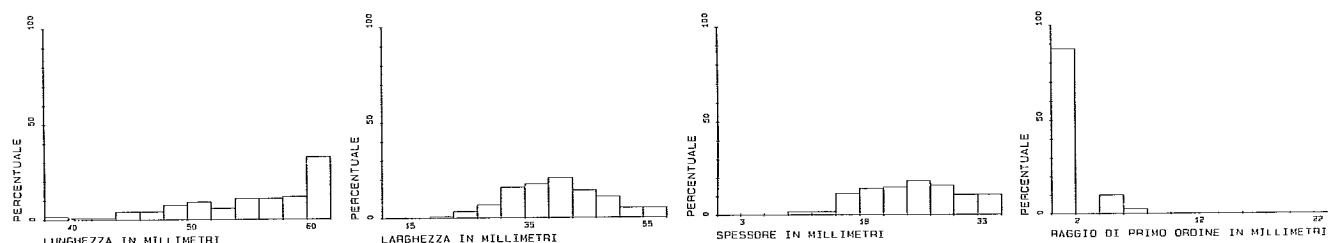
Il campionamento è stato quindi eseguito, secondo le indicazioni di CORTEMIGLIA (1992), utilizzando popolazioni costituite da campioni ognuno di 120 clasti di gneiss a classe di lunghezza (A) compresa tra 40 e 60 mm. Al fine di verificare se il prelevamento di questi clasti nell'affioramento in funzione della lunghezza (A) compresa tra 40 e 60 mm sia avvenuto in maniera casuale, come richiede

## ISTOGRAMMI DEI PARAMETRI DIMENSIONALI

### AMBIENTE DI MOBILIZZAZIONE ALLUVIONALE



### AMBIENTE DI MOBILIZZAZIONE FLUVIOGLACIALE



### AMBIENTE DI MOBILIZZAZIONE MORENICO

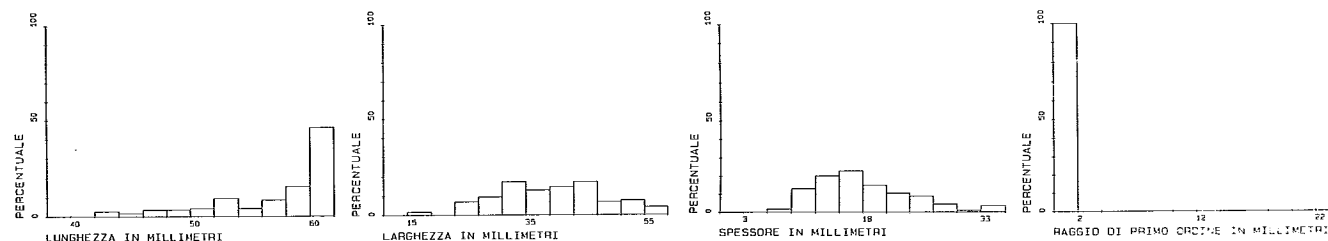


FIG. 1 - Istogrammi, per ciascun deposito esaminato (alluvionale, fluvio-glaciale, morenico), dei parametri dimensionali della lunghezza (A), con cui è stato prelevato ogni clasto del campione, della larghezza (B), dello spessore (C) e del raggio di curvatura di 1° ordine. Gli istogrammi degli altri parametri dimensionali VR e VE sono riportati in fig. 2.

Fig. 1 - Histograms of the length (A) of the three sets of 120 gneiss clasts from the alluvial, fluvio-glacial and marainic deposits, their width (B), thickness (C) and first-order curvature radius. Their VR and VE histograms are shown in fig. 2.

l'analisi statistica, sono stati tracciati i relativi istogrammi (fig. 1) di campionamento, da cui si evince come in quasi tutte le 10 ampiezze di classe, in cui è stato suddiviso l'intervallo di campionamento 40-60 mm della lunghezza (A), sia presente un sufficiente numero di individui per ciascuna delle ampiezze di classe.

Su ciascuno di questi 120 clasti così raccolti e costituenti il campione sono state inoltre rilevate le misure di cinque parametri morfologici (lunghezza A, larghezza B, spessore C, raggio di curvatura di 1° ordine r, volume  $V_R$ ) secondo le indicazioni di CORTEMIGLIA (1992), da cui, in via incidentale, risulta, come mostra la fig. 1, una distribuzione di tutti gli altri parametri (B, C, r) non utilizzati nel campionamento tendenzialmente unimodale, confermando così, anche per queste litofacies gneissiche, lo stesso comportamento ritrovato per quelle calcaree da CORTEMIGLIA (1989b, 1992, 1994).

In ciascun clasto il confronto tra il volume misurato o reale  $V_R$  ed il cosiddetto volume equivalente  $V_E$  calcolato

come volume di un ellissoide ad assi  $2a, 2b, 2c$ , uguali ai suoi parametri dimensionali A, B, C, consente di ricavare l'indice percentuale di dimensionalità ( $V_R < V_E$ ) di CORTEMIGLIA (1992 e 1994). La figura 2 evidenzia, per ciascun campionamento eseguito, l'istogramma di questi due volumi  $V_R$  e  $V_E$  ed il grafico delle loro differenze percentuali ( $V_R - V_E$ ), da cui si ricava una distribuzione nettamente differenziata tra i clasti dei depositi alluvionale e fluvio-glaciale e quelli del morenico.

Inoltre, mentre nel deposito alluvionale il volume  $V_E$  dei clasti, come mostra la tab. 2, risulta sempre maggiore del volume misurato  $V_R$ , nei depositi fluvio-glaciale e morenico si verifica l'inverso: è infatti nettamente prevalente (92,5%) il volume misurato del clasto ( $V_R$ ) rispetto a quello equivalente calcolato, in quanto, in tali depositi, predominano ancora le originarie caratterizzazioni dovute alla formazione del clasto, mentre queste risultano annullate nel deposito alluvionale per l'elaborazione subita nel trasporto che, come è noto, è condizionato e governato dall'energia di mobilizzazione (CORTEMIGLIA, 1985 e 1992).

### AMBIENTE DI MOBILIZZAZIONE ALLUVIONALE

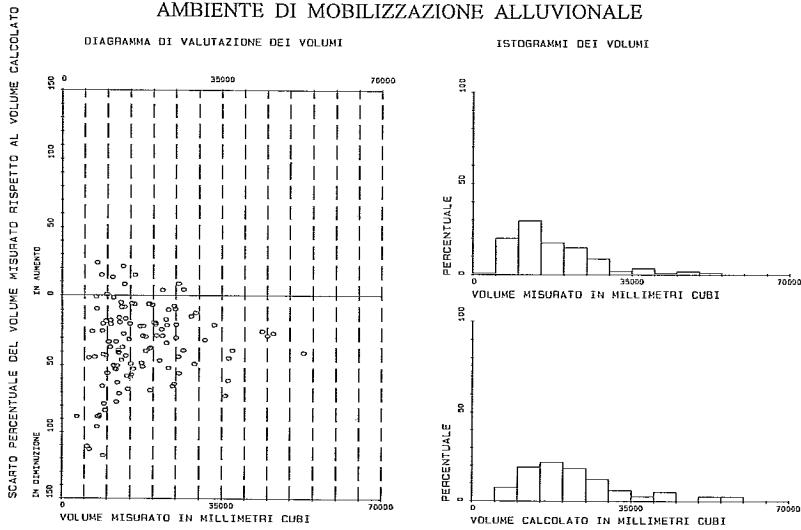
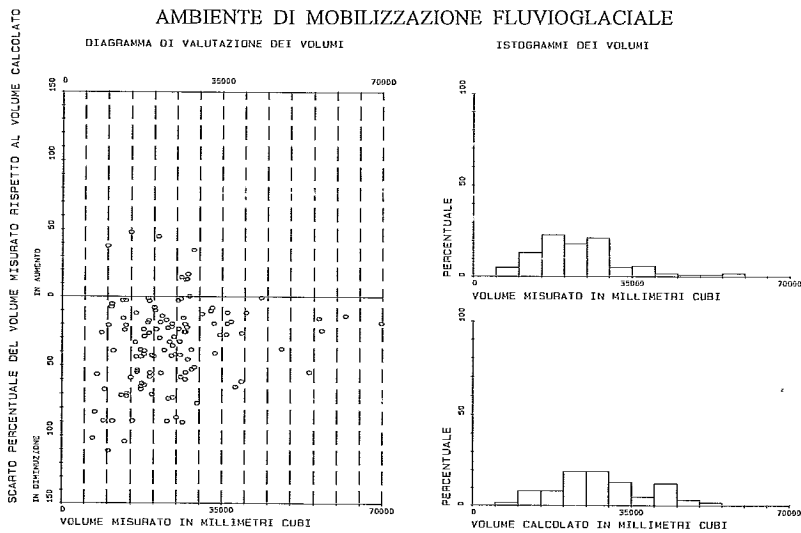


FIG. 2 - Diagrammi dello scarto percentuale tra volume misurato ( $V_R$ ) e volume calcolato ( $V_E$ ) determinato per ciascuno dei 120 clasti costituenti i campioni dei depositi alluvionale in alto, fluvio-glaciale al centro e morenico in basso. A fianco di ognuno di questi diagrammi di valutazione dei volumi sono altresì riportati, per ciascun deposito, anche gli istogrammi relativi ai volumi misurati ( $V_R$ ) e calcolati ( $V_E$ ) dei 120 clasti costituenti il campione.

FIG. 2 - Diagrams of the percentage difference between the measured volume ( $V_R$ ) and the calculated volume ( $V_E$ ) of the clasts: alluvial (above), fluvio-glacial (centre), morainic (below). Their  $V_R$  and  $V_E$  histograms are also shown.

### AMBIENTE DI MOBILIZZAZIONE FLUVIOGLACIALE



### AMBIENTE DI MOBILIZZAZIONE MORENICO

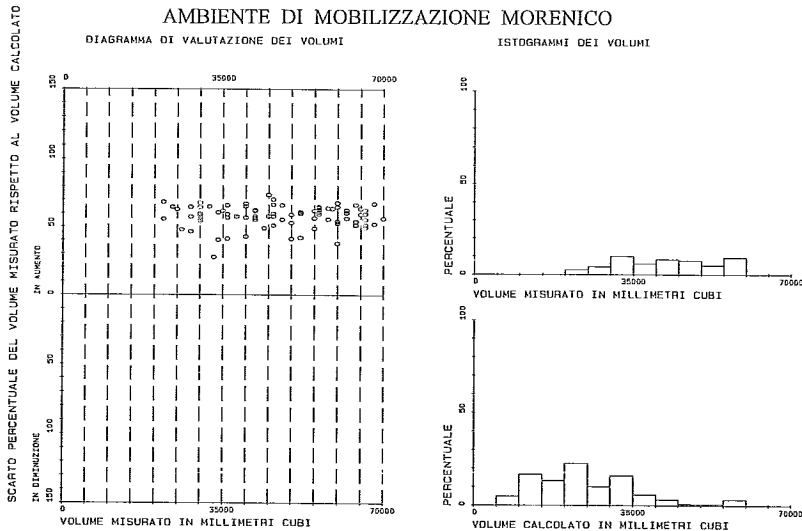


TABELLA 2 - Quadro sinottico delle caratteristiche morfometriche di ciascun campione di 120 clasti di gneiss raccolto in depositi di natura alluvionale, fluvioglaciale e morenica, nell'alta Valle di Gressoney. Gli indici morfometrici indicativi del grado di elaborazione e della forma dei clasti rappresentano le mediane dei 120 valori ottenuti dal campione. E = Indice d'émoussé di CAILLEUX (1947); R = Roundness Index di KUENEN (1956); SF = Intercepts Sphericity di KRUMBEIN (1941);  $\Omega$  = Indice de portance di ROSFELDER (1961); OP = Oblate-Prolate Index di DOBKINS & FOLK (1970); AP = Indice d'Aplatissement di CAILLEUX (1945); CFR = Shape Parameter di WINKELMOLEN (1982); CFS = Coefficiente di forma semplificato di CORTEMIGLIA (1989b); CFC = Coefficiente di forma calcolato di CORTEMIGLIA (1989b); CFA = Coefficiente di forma approssimato di CORTEMIGLIA (1989b).

TABLE 2 - Synoptic picture of the morphometric features of three sets of 120 clasts from alluvial, fluvioglacial and morainic deposits in the Upper Gressoney Valley, together with their median shape and degree of elaboration indices. E = CAILLEUX's émoussé index (1947); R = KUENEN's roundness index (1956); SF = KRUMBEIN's intercepts sphericity (1941);  $\Omega$  = ROSFELDER's portance index (1961); OP = DOBKINS and FOLK's oblate-prolate index; AP = CAILLEUX's aplatissement index (1945); CFR = WINKELMOLEN's shape parameter (1982); CFS, CFC & CFA = CORTEMIGLIA's simplified, calculated and approximate shape coefficients (1989b).

MORFOMETRIA DEI CLASTI A CLASSE DI LUNGHEZZA (A) TRA 40 E 60 mm

	Ambiente di Mobilizzazione		
	Alluvionale	Fluvioglaciale	Morenico
<u>Volume dei clasti</u>			
Indice percentuale di dimensionalità $V_R < V_E$ in %	0,000	92,500	92,500
Campo di variabilità dei volumi $V_R$ in $mm^3$	22.000-210.000	6.900-69.850	3.360-53.010
<u>Aspetto dei clasti</u>			
Forme sferoidali (S) in %	18,330	11,670	1,740
Forme discoidali (D) in %	48,330	56,660	52,170
Forme acicolari (AC) in %	30,830	26,670	17,390
Forme lamellari (L) in %	2,510	5,000	28,700
Totale	100,00	100,00	100,00
<u>Grado di elaborazione</u>			
Indice di smussamento (E)	195,122	60,359	34,153
Indice di smussamento (R)	0,267	0,077	0,055
<u>Forma dei clasti</u>			
Indice di sfericità (SF)	0,708	0,680	0,560
Indice di portanza ( $\Omega$ )	1,427	1,538	1,979
Indice Oblate-Prolate (OP)	0,976	0,189	-0,106
Indice di appiattimento (AP)	1,729	1,953	2,878
Shape Parameter (CFR)	13,326	4,490	3,500
Coefficiente di forma semplificato (CFS)	39,299	12,674	8,820
Coefficiente di forma calcolato (CFC)	16,000	16,547	11,100
Coefficiente di forma approssimato (CFA)	2,983	2,870	2,560

Tale risultanza permette inoltre di ritenere abbastanza limitato il trasporto del clasto fluvioglaciale da acque correnti incanalate, in quanto, anche se avvenuto, la relativa mobilizzazione, per la limitatezza della sua applicazione, non è stata in grado di incidere significativamente sul volume originario del clasto. In particolare poi, come si osserva nella tab. 2, il volume misurato dei clasti ( $V_R$ ) a classe di lunghezza compresa tra 40 e 60 mm risulta nettamente più elevato (22.000-210.000  $mm^3$ ) nel deposito alluvionale di quanto non si verifichi per quelli fluvioglaciale (6.900-69.850  $mm^3$ ) e morenico (3.360-53.010  $mm^3$ ), ad ulteriore conferma che il deposito alluvionale ha subito una messa in posto per trasporto di massa.

Utilizzando tre parametri dimensionali (A, B, C) di ogni clasto raccolto sono stati ricavati (fig. 3), per ciascun campione, sia il diagramma cartesiano a moduli logaritmici di ROSFELDER (1961) sia quello polare a coordinate PHI e K di CORTEMIGLIA (1989b e 1992) in modo da poter così stimare le frequenze delle forme assunte dai clasti per ciascuno degli ambienti di mobilizzazione esaminati. La tab. 2 elenca le percentuali ritrovate per le varie forme, da cui si deduce che le forme sferoidali (S) ed acicolari (AC) aumentano in frequenza dal deposito morenico a quello fluvioglaciale e a quello alluvionale, mentre l'inverso succede per le forme lamellari (L), che decrescono dal

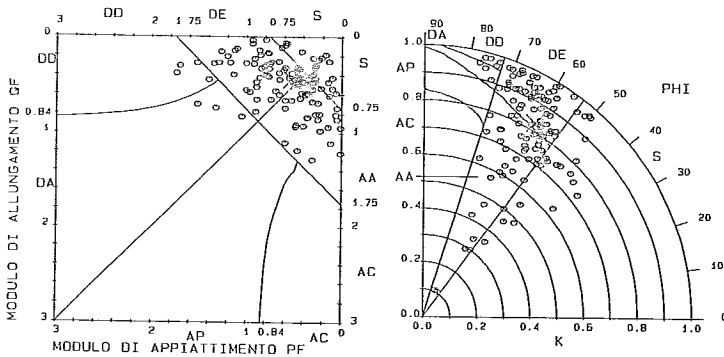
deposito morenico, dove risultano massimali (28,7%), a quello fluvioglaciale (5%) e quindi alluvionale, dove raggiungono valori minimali (2,51%). Le forme discoidali risultano invece dominanti in tutti e tre i depositi [alluvionale (48,33%), fluvioglaciale (56,66%) e morenico (52,17%)].

Il calcolo dei vari indici morfometrici, relativi alla stima del grado di elaborazione subito dai clasti e della tipologia di forme da loro assunte in funzione dell'energia del mezzo di mobilizzazione, è stato svolto sui 120 clasti gneissici di ogni campione secondo le indicazioni di CORTEMIGLIA (1989b, 1992), ricavandone, conseguentemente, le relative mediane con cui poi vengono espressi i vari valori degli indici nell'affioramento (tab. 2).

La mediana dell'indice di smussamento (E) di CAILLEUX (1947) e quella (R) di KUENEN (1956) indicano (tab. 2) una elevata elaborazione dei clasti nel deposito alluvionale ed una significativa differenziazione tra deposito fluvioglaciale e morenico. I valori delle mediane degli indici di smussamento E e R nettamente più elevati nel deposito fluvioglaciale rispetto al morenico, ma piuttosto subordinati se riferiti a quelli del deposito alluvionale, indicano che il deposito fluvioglaciale ha subito una mobilizzazione più intensa di quello morenico, ma non paragonabile a quella di gran lunga più importante sopportata dal deposito alluvionale. Viene così confermato quanto già emerso dai dati

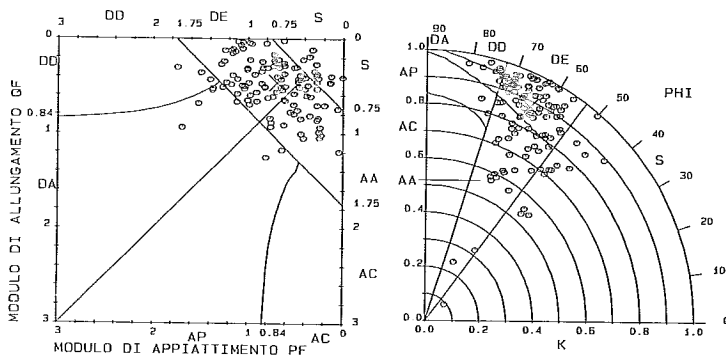
## DIAGRAMMI A DISPERSION DELLE FORME

### AMBIENTE DI MOBILIZZAZIONE ALLUVIONALE



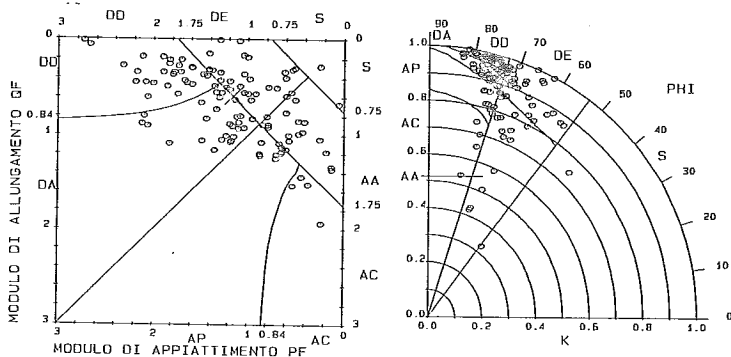
FORME	N. CIOTTOLI		FREQUENZA		TOTALE	
	GF-PF	K-PHI	GF-PF	K-PHI	GF-PF	K-PHI
S	22	22	18.33	18.33	18.33	18.33
DE	54	54	45.00	45.00	50.83	50.83
DD	4	4	3.33	3.33		
DA	3	3	2.50	2.50		
AA	37	37	30.83	30.83	30.83	30.83
AC	0	0	0.00	0.00		
AP	0	0	0.00	0.00		
TOTALE	120	120	100.00	100.00		

### AMBIENTE DI MOBILIZZAZIONE FLUVIOGLACIALE



FORME	N. CIOTTOLI		FREQUENZA		TOTALE	
	GF-PF	K-PHI	GF-PF	K-PHI	GF-PF	K-PHI
S	14	14	11.67	11.67	11.67	11.67
DE	63	63	52.50	52.50	60.00	60.00
DD	3	5	2.50	4.17		
DA	6	4	5.00	3.33		
AA	32	32	26.67	26.67	28.33	28.33
AC	0	0	0.00	0.00		
AP	2	2	1.67	1.67		
TOTALE	120	120	100.00	100.00		

### AMBIENTE DI MOBILIZZAZIONE MORENICO



FORME	N. CIOTTOLI		FREQUENZA		TOTALE	
	GF-PF	K-PHI	GF-PF	K-PHI	GF-PF	K-PHI
S	2	2	1.74	1.74	1.74	1.74
DE	27	29	23.48	25.22	71.30	73.04
DD	29	31	25.22	26.96		
DA	26	24	22.61	20.87		
AA	18	16	15.65	13.91	26.96	25.22
AC	4	4	3.48	3.48		
AP	9	9	7.83	7.83		
TOTALE	115	115	100.00	100.00		

FIG. 3 - Rappresentazione, per ciascun campione di 120 clasti di gneiss a classe di lunghezza (A) tra 40 e 60 mm raccolti in ognuno dei depositi esaminati (alluvionale, fluvio-glaciale, morenico), del diagramma cartesiano a moduli logaritmici di ROSFELDER (1961) e del diagramma polare a coordinate PHI e K di CORTEMIGLIA (1989b e 1992). Sulla destra sono riportate le rispettive tabelle sinottiche della frequenza delle varie forme ritrovate, le cui differenze riscontrabili per lo stesso campione tra i due diagrammi risultano prodotte dal miglior grado di apprezzamento delle forme intermedie dovuto al diagramma polare. Forme sferoidali (S); Forme discoidali (D) = Ellissoidale appiattita (DE) + Lamellare discoidale (DD); Forme acicolari (AC) = Ellissoidale allungata (AA) + Aghiforme cilindrica (AC); Forme lamellari (L) = Lamellare allungata (DA) + Aghiforme piatta (AP).

FIG. 3 - Logarithmic module cartesian diagram according to ROSFELDER (1961), and Phi and K coordinates polar diagram according to CORTEMIGLIA (1989b & 1992), for the three sets of 120 clasts by length class (A) from 40 to 60 mm. On the right, synoptic tables of the frequency of clast shapes: spheroid (S); discoid (D) = flattened ellipsoid (DE) + discoid lamellar (DD); acicular (AC) = elongated ellipsoid (AA) + cylindrical acicular (AC); lamellar (L) = elongated lamellar (DA) + flat acicular (AP). The differences between the pairs of diagrams are due to clearer identification of intermediate shapes by the polar diagram.

sulla grossolanità del deposito (tab. 1), per cui si può ritenere che la mobilizzazione nel deposito fluvio-glaciale sia stata soprattutto di tipo gravitativo e solo modestamente e parzialmente attribuibile ad acque correnti incanalate.

Le mediane dei vari indici morfometrici estimativi del-

la forma dei clasti permettono di ricavare alcuni caratteri distintivi dei tre ambienti di mobilizzazione esaminati.

Infatti le mediane dell'indice di sfericità (SF) risultano >0,6 per i depositi alluvionale e fluvio-glaciale e <0,6 per quello morenico, così pure le mediane dell'indice di por-

tanza ( $\Omega$ ) risultano  $< 1,6$  per gli ambienti alluvionale e fluvioglaciale e  $> 1,6$  per quello morenico, per cui si evince che solo per il deposito morenico lo spessore C dei clasti risulta subordinato alle due altre dimensioni A e B. Tale risultato, confermando le indicazioni già emerse dall'analisi sul volume dei clasti (tab. 2), che indicava la presenza nei depositi morenico e fluvioglaciale di una netta predominanza (92,5%) dell'originario carattere formazionale del clasto, permette ora, sulla base delle mediane degli indici SF e  $\Omega$ , di precisare che, in tale contesto, il parametro dimensionale C (spessore), risultando subordinato rispetto agli altri due parametri A (lunghezza) e B (larghezza) solo nel deposito morenico, diviene un carattere distintivo tra i due depositi. Siffatta indicazione viene altresì avvalorata dalle mediane degli indici OP e AP, in quanto per il morenico presentano, contrariamente al fluvioglaciale ed all'alluvionale, rispettivamente valore negativo (-0,106) e valore superiore a 2 (2,878).

Le mediane dei parametri della forma (CFR, CFS, CFC, CFA) mettono in evidenza la diversità di valori nei tre ambienti di mobilizzazione; in particolare, le mediane dei coefficienti di forma CFR e CFS, non solo sono in grado di caratterizzare il deposito alluvionale, ma anche di differenziare tra loro il deposito fluvioglaciale da quello morenico.

## CONCLUSIONI

L'insieme complessivo dei risultati ottenibili con l'analisi morfometrica (tabb. 1 e 2) dei clasti gneissici appartenenti ai depositi alluvionali, fluvioglaciali e morenici, presenti nel bacino idrografico del Lys, risulta in grado di fornire una serie di valutazioni che possono concorrere a caratterizzare i rispettivi diversi ambienti di mobilizzazione.

In particolare, poi, l'indice percentuale di dimensionalità  $V_R < V_E$  e le mediane degli indici di E, SF,  $\Omega$ , CFS, sono significativamente in grado di specificare ulteriormente le diversificazioni esistenti nel grado di elaborazione e nella forma tra deposito fluvioglaciale e deposito morenico.

Risulta pertanto accettabile l'applicazione dell'analisi morfometrica dei clasti per discriminare nella Valle del Lys i ricordati depositi di incerta attribuzione genetica citati nell'introduzione, per cui risulta giustificata la sua pratica utilizzazione in un'apposita campagna di rilevamento dei relativi affioramenti.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1991) - *La montagna di ghiaccio. Storia dei ghiacciai italiani del M. Rosa*. «Walsert Kulturzentrum», 79 pp., Gressoney-Yssime.
- CAILLEUX A. (1945) - *Distinction des galets marins et fluviaux*. Bull. Soc. Géol. Fr., sér. 5, t. 15, 7-8, 375-404.
- CAILLEUX A. (1947) - *L'indice d'éroulé. Détermination et première application*. C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., 13-14, 251-252.
- CORTEMIGLIA G.C. (1985) - *Valutazione sperimentale del grado di elaborazione dei ciottoli in ambiente marino*. Boll. Soc. Geol. It., 104, 429-443.
- CORTEMIGLIA G.C. (1989a) - *Determinazione delle caratteristiche granulometriche dei depositi alluvionali dell'Entella valutate con il tracciamento della curva dei centili*. Mem. Acc. Lunig. Sc. G. Capellini, 57-58 (1987-1988), 123-133.
- CORTEMIGLIA G.C. (1989b) - *Modalità di determinazione pratica del coefficiente di forma nello studio della morfometria dei ciottoli di depositi olocenici*. Mem. Soc. Geol. It., 42, 109-117.
- CORTEMIGLIA G.C. (1992) - *Morfometria di clasti calcarei appartenenti a detriti di falda ed a depositi glaciali*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 15, 75-84.
- CORTEMIGLIA G.C. (1994) - *L'apporto dell'analisi morfometrica allo studio del trasporto del materiale grossolano*. Studi e Ric. Geogr., 17 (1), 1-15.
- DAL PIAZ G.V. (1992) - *Le Alpi dal M. Bianco al Lago Maggiore*. Guide Geol. Reg., 3 (1), 311, Roma.
- DOBKINS J.E. & FOLK R.L. (1970) - *Shape Development on Thaiti Nui*. Journ. Sed. Petr., 40, 1167-1203.
- KRUMBEIN W.C. (1941) - *Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles*. Journ. Sed. Petr., 11, 64-72.
- KUENEN Ph. (1956) - *Experimental abrasion of pebbles, 2 Rolling by current*. Journ. Geol., 64, 336-368.
- ROSPFELDER A. (1961) - *Contributions a l'analyse texturale des sédiments*. Serv. Carte Géol. Algérie, Bull. 29, 310 pp.
- STRADA E. (1988) - *Le variazioni del Ghiacciaio del Lys dalla piccola glaciazione ai nostri giorni*. Ann. Mus. Civ. St. Nat. Brescia, 24 (1987), 275-288.
- WINKELMOLEN A.M. (1982) - *Critical remarks on grain parameters with special emphasis on shape*. Sedimentology, 29, 255-265.