

COMPOSIZIONE MINERALOGICA, GRANULOMETRICA E CHIMICA DELLE ARGILLE GRIGIO-AZZURRE INFRAMESOPLIOCENICHE DI CAIRANO E CONZA DELLA CAMPANIA (AV)

LUIGI DELL'ANNA e ROCCO LAVIANO

Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Bari

RIASSUNTO. — È stata esaminata una serie di n. 44 campioni prelevati dai depositi di argille grigio-azzurre di età inframesopliocenica affioranti nelle zone, interessate dal terremoto del novembre 1980, di Cairano e Conza della Campania, in provincia di Avellino, quasi al confine fra Campania e Basilicata. La serie, che interessa quasi tutti i depositi affioranti, risulta costituita da campioni omogenei sia dal punto di vista tessiturale che da quello mineralogico. Infatti i campioni (eccetto due) appartengono alla famiglia dei silt argillosi, e sono costituiti in ogni caso da abbondanti minerali argillosi, rappresentati da Ca-montmorillonite ($\bar{x} = 28\%$), illite 2M ($\bar{x} = 26\%$), caolinite disordinata ($\bar{x} = 5\%$), e clorite ferrifera ($\bar{x} = 8\%$), accompagnati da discrete quantità di calcite ($\bar{x} = 15\%$), dolomite ($\bar{x} = 3\%$), quarzo ($\bar{x} = 10\%$) e feldspati ($\bar{x} = 5\%$) e inoltre da quantità trascurabili di muscovite, biotite, clorite in grosse lamine ed ossidi (ematite e magnetite) ed idrossidi (goethite) di ferro. Dal punto di vista chimico i campioni decarbonatati sono costituiti essenzialmente da SiO_2 ($\bar{x} = 63,2\%$), Al_2O_3 ($\bar{x} = 17,2\%$) ed H_2O^+ ($\bar{x} = 6,1\%$), in accordo con la loro natura mineralogica di tipo siallitico. Quasi tutti i componenti individuati hanno caratteristiche detritiche; probabilmente essi derivano dallo smantellamento di sedimenti oligomiocenici tipo « Marne di Toppo Capuana » e/o peliti del « Flysch Numidico », della « Formazione di Serra Palazzo » e della « Formazione della Daunia ».

ABSTRACT. — A set of 44 samples of Inframiddle-pliocene Grey-blue Clays from outcrops in the areas of Cairano and Conza della Campania (Southern Italy), have been examined. Grain-size, mineralogical and chemical analyses have been carried out. The clays examined consist of clastic sediments in fine grains; the samples contain 56.4 % silt (4-63 μm), 37.3 % clay (< 4 μm), and 6.3 % sand (> 63 μm) on the average. The constituent clay minerals reveal the presence of Ca-montmorillonite ($\bar{x} = 28\%$), illite ($\bar{x} = 26\%$), chlorite ($\bar{x} = 8\%$), and kaolinite ($\bar{x} = 5\%$), with traces of illite-smectite mixed layers. Besides clay minerals, there have been found quartz ($\bar{x} = 10\%$), feldspars ($\bar{x} = 5\%$), calcite ($\bar{x} = 15\%$), dolomite ($\bar{x} = 3\%$), and scarce amounts of muscovite, biotite, iron oxides and hydroxides. Chemical

analysis shows, as well as carbonates, mainly SiO_2 ($\bar{x} = 63.2\%$), Al_2O_3 ($\bar{x} = 17.3\%$), and H_2O^+ ($\bar{x} = 6.1\%$), according to the mineralogical composition. The pelitic sediments described in the Geological Map of Italy as « Marls of Toppo Capuana », « Numidian Flysch », « Formation of Serra Palazzo » and « Formation of Daunia » appear the most probable sources of the terrigenous materials examined.

Premessa

Questo lavoro fa parte di una serie di ricerche che la sezione geochimico-mineralogica dell'Università degli Studi di Bari sta conducendo, con il contributo finanziario del CNR, sulle formazioni argillose interessate dal sisma del novembre 1980, allo scopo di evidenziarne la tipologia, dai punti di vista mineralogico e geochimico in senso lato, per problemi riguardanti la conservazione del suolo. Esso è rivolto ai depositi affioranti ad W di Cairano ed intorno a Conza della Campania (fig. 1), in provincia di Avellino, quasi al confine fra Campania e Basilicata, e comprende analisi granulometriche, mineralogiche e chimiche condotte su n. 44 campioni, sicuramente rappresentativi degli affioramenti considerati. Naturalmente i risultati ottenuti potranno essere interessanti anche per i problemi riguardanti l'utilizzazione del suolo e potranno fornire informazioni su alcuni aspetti dei caratteri dell'evoluzione dell'Appennino campano-lucano.

Notizie geologiche e campionamento

La zona considerata si trova entro i confini amministrativi dei comuni di Cairano e di Conza della Campania, nel Foglio 186 « S. Angelo dei Lombardi » della Carta Geo-

logica d'Italia (1971). Notizie geologiche dirette relative alla zona in questione si trovano solo nelle Note illustrative della Carta Geologica d'Italia del già citato Foglio 186 (HIECKE MERLIN et al., 1971) nelle quali le argille in questione vengono cartografate come « *Marne, argille, siltose, sabbiose, grigiastre, grigio-azzurre* », con « *intercalazioni sabbiose, arenacee, grigiastre, giallastre* », e con « *microfaune del Pliocene medio-inferiore* ». Notizie indirette invece si possono ricavare dall'abbondante bibliografia, di carattere generale ovvero rivolta a zone limitate, sulla serie plio-pleistocenica, entro cui

ri talvolta potenti anche 600-700 m che poggiano generalmente su terreni flyscioidi terziari e talora superiormente sono ricoperti da terreni sabbiosi e conglomeratici, probabilmente appartenenti al ciclo trasgressivo successivo del Pliocene superiore-Pleistocene. Per quanto riguarda la mineralogia, alcune notizie si trovano nel lavoro di COTECCHIA et al. (1978) per la sola zona di Conza della Campania; per il resto assenza completa di informazioni per cui la presente nota appare anche giustificata dall'interesse intrinseco che essa riveste.

Per ottenere un quadro pressochè com-

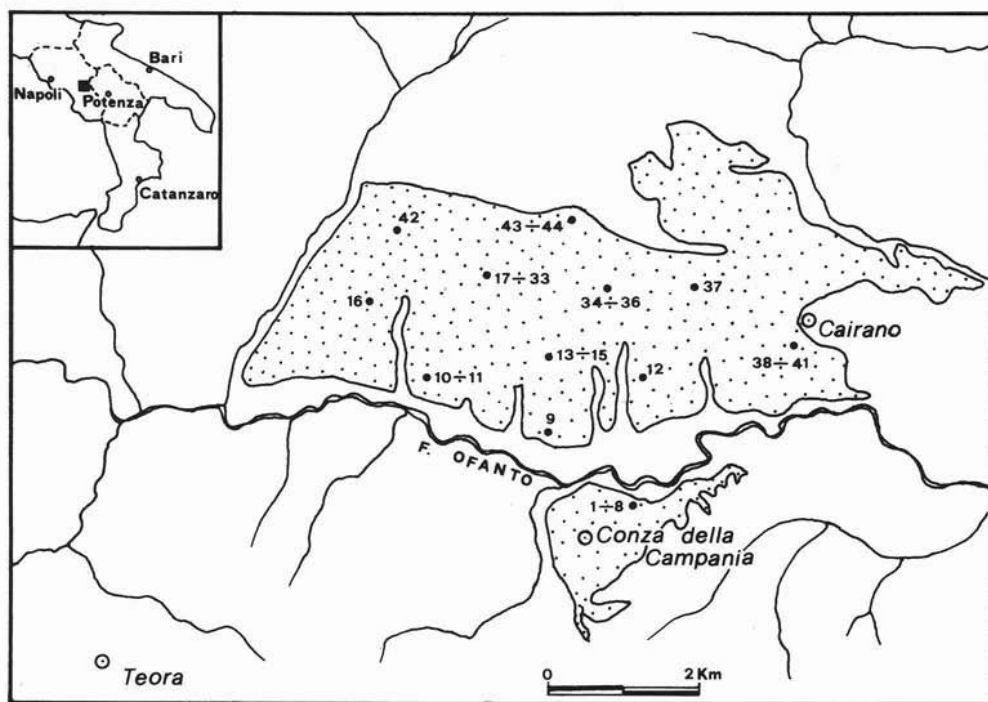


Fig. 1. — Affioramenti delle argille inframesoplioceniche considerate ed ubicazione dei campioni esaminati

sono ovviamente compresi i depositi in esame, dell'Italia meridionale; una sintesi della quale si trova nel recente lavoro di DI PIERRO e MORESI (1982) a cui si rimanda per notizie di dettaglio. In questa sede, almeno da quanto si ricava dalla letteratura e dalle osservazioni di campagna, si può affermare che le argille in questione fanno parte della Formazione delle argille grigio-azzurre del ciclo sedimentario marino di età inframesopliocenica; esse costituiscono rilievi collina-

pleto dei caratteri composizionali e granulometrici degli affioramenti argillosi presenti nella zona considerata, è stata prelevata una serie di campioni a quote differenti (tab. 1) su direttrici ubicate in diverse località (fig. 1), a partire da quota 415 m s.l.m. fino a quella di 750 m s.l.m., per un totale di n. 44 campioni. I campioni prelevati hanno colore grigio-azzurro, molto raramente passante al grigio-marrone, in quest'ultimo caso nelle parti più superficiali degli affioramenti,

TABELLA 1

Caratteristiche granulometriche dei campioni esaminati (% in peso)

Camp.	Quote	<2µm	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63µm
1	415	30,3	7,9	11,4	10,4	23,5	9,6	6,9
2	420	28,6	7,0	10,0	11,9	23,9	8,8	9,8
3	425	27,1	8,0	11,6	9,4	21,8	11,8	10,3
4	430	25,3	7,5	8,9	10,1	20,7	11,1	16,4
5	435	27,2	7,2	9,9	10,5	21,2	11,2	12,8
6	440	15,7	7,0	10,4	12,4	26,1	13,3	15,1
7	455	17,0	2,6	14,9	9,8	22,2	10,8	22,7
8	460	22,1	5,1	8,3	7,9	21,7	11,2	23,7
9	470	27,8	6,0	12,1	13,0	23,7	7,3	10,1
10	485	28,4	2,9	13,1	26,3	24,7	2,7	1,9
11	490	31,7	4,1	10,7	21,4	25,3	4,1	2,7
12	495	34,8	7,6	13,6	14,6	22,0	4,5	2,9
13	500	32,5	7,7	19,0	14,7	19,9	4,3	1,9
14	505	35,9	16,5	11,6	14,3	26,2	3,5	1,6
15	510	32,3	8,6	20,5	14,7	18,6	3,7	1,6
16	520	29,0	6,8	18,8	16,4	23,0	3,7	2,3
17	530	37,8	7,9	14,1	12,7	19,0	5,5	3,0
18	535	34,4	4,9	15,0	13,3	19,3	9,0	4,1
19	540	38,2	9,4	13,3	11,6	22,6	5,4	3,3
20	545	36,4	6,9	14,8	11,0	19,5	7,1	4,3
21	550	41,4	3,9	10,6	10,8	21,2	6,9	5,2
22	555	31,1	13,5	11,9	11,4	19,2	8,0	4,9
23	560	34,7	10,9	14,2	12,3	19,8	5,2	2,9
24	565	34,3	10,1	12,4	12,6	19,5	6,6	4,5
25	570	34,9	9,4	15,8	12,3	19,8	5,3	3,3
26	575	28,9	9,0	12,3	11,3	21,3	10,0	7,2
27	580	31,5	6,8	11,7	12,0	20,8	9,4	7,8
28	585	29,5	9,8	14,5	11,9	19,5	8,4	6,8
29	590	24,5	10,9	16,6	13,4	22,7	6,8	5,1
30	595	27,7	7,5	16,2	13,0	24,3	7,2	4,1
31	600	23,7	11,2	15,7	14,2	28,0	7,2	3,0
32	605	29,3	7,9	15,1	13,4	23,4	6,8	4,1
33	610	28,8	7,5	15,9	11,9	22,8	6,9	6,2
34	620	32,7	8,1	18,0	15,8	20,7	3,7	1,5
35	630	32,4	10,0	17,3	16,8	20,7	1,6	0,6
36	640	40,5	7,0	15,4	11,1	21,4	3,5	1,1
37	655	36,3	9,9	15,8	14,2	18,5	3,7	1,6
38	670	16,8	3,3	10,0	15,1	26,4	13,1	15,3
39	680	20,3	5,5	12,6	13,8	25,4	12,6	9,8
40	690	22,6	2,6	10,0	18,6	24,2	9,2	12,8
41	700	29,0	10,8	17,8	15,6	18,1	3,1	2,6
42	720	29,2	7,7	19,5	15,9	21,5	4,3	1,9
43	740	31,4	6,4	14,3	19,5	22,0	4,2	2,2
44	750	29,1	9,3	10,3	18,8	21,9	6,8	3,8
$\bar{x}$		29,9	7,4	13,8	13,6	22,0	7,0	6,3
σ		5,9	2,4	3,1	3,4	2,2	3,1	5,6
$C\%$		19,8	32,9	22,2	24,9	9,9	43,9	86,9

TABELLA 2

Percentuali cumulate e percentuali delle frazioni clay, silt e sand di ciascuno dei campioni esaminati (% in peso)

Camp.	<2µm	<4	<8	<16	<32	<63	<125µm	% CLAY	% SILT	% SAND
1	30,3	38,2	49,6	60,0	83,5	93,1	100	38,2	54,9	6,9
2	28,6	35,6	45,6	57,5	81,4	90,2	100	35,6	54,8	9,8
3	27,1	35,1	46,7	56,1	77,9	89,7	100	35,1	54,6	10,3
4	25,3	32,8	41,7	51,8	72,5	83,6	100	32,8	50,8	16,4
5	27,2	34,4	44,3	54,8	76,0	87,2	100	34,4	52,8	12,8
6	15,7	22,7	33,1	45,5	71,6	84,9	100	22,7	62,2	15,1
7	17,0	19,6	34,5	44,3	66,5	77,3	100	19,6	57,7	22,7
8	22,1	27,2	35,5	43,4	65,1	76,3	100	27,2	49,1	23,7
9	27,8	33,8	45,9	58,9	82,6	89,9	100	33,8	56,1	10,1
10	28,4	31,3	44,4	70,7	95,4	98,1	100	31,3	66,8	1,9
11	31,7	35,8	46,5	67,9	93,2	97,3	100	35,8	61,5	2,7
12	34,8	42,4	56,0	70,6	92,6	97,1	100	42,4	54,7	2,9
13	32,5	40,2	59,2	73,9	93,8	98,1	100	40,2	57,9	1,9
14	35,9	42,4	54,0	68,3	94,5	98,4	100	42,4	56,0	1,6
15	32,3	40,9	61,4	76,1	94,7	98,4	100	40,9	57,5	1,6
16	29,0	35,8	54,6	71,0	94,0	97,7	100	35,8	61,9	2,3
17	37,8	45,7	59,8	72,5	91,5	97,0	100	45,7	51,3	3,0
18	34,4	39,3	54,3	67,6	86,9	95,9	100	39,3	56,6	4,1
19	38,2	43,8	57,1	68,7	91,3	96,7	100	43,8	52,9	3,3
20	36,4	43,3	58,9	69,1	88,6	95,7	100	43,3	52,4	4,3
21	41,4	45,3	55,9	66,7	87,9	94,8	100	45,3	49,5	5,2
22	31,1	44,6	56,5	67,9	87,1	95,1	100	44,6	50,5	4,9
23	34,7	45,6	59,8	75,1	91,9	97,1	100	45,6	51,5	2,9
24	34,3	44,4	56,8	69,4	88,9	95,5	100	44,4	51,1	4,5
25	34,9	44,3	59,3	71,6	91,4	96,7	100	44,3	52,4	3,3
26	28,9	37,9	50,2	61,5	82,8	92,8	100	37,9	54,9	7,2
27	31,5	38,3	50,0	62,0	82,8	92,2	100	38,3	53,9	7,8
28	29,5	39,3	53,8	65,3	84,8	93,2	100	39,3	53,9	6,8
29	24,5	35,4	52,0	65,4	88,1	94,8	100	35,4	59,5	5,1
30	27,7	35,2	51,4	64,4	88,7	95,9	100	35,2	60,7	4,1
31	29,3	34,9	50,6	64,8	89,8	97,0	100	34,9	62,1	3,0
32	29,3	37,2	52,3	65,7	89,1	95,9	100	37,2	58,7	4,1
33	28,8	36,3	52,2	64,4	86,9	93,8	100	36,3	57,5	6,2
34	32,2	40,3	58,3	74,1	94,8	98,5	100	40,3	58,2	1,5
35	32,4	42,4	60,3	77,1	97,8	99,4	100	42,4	57,0	0,6
36	40,5	47,5	62,9	74,0	95,4	98,9	100	47,5	51,4	1,1
37	36,3	46,2	62,0	76,2	94,7	98,4	100	46,2	52,2	1,6
38	16,8	20,1	30,1	45,2	71,6	84,7	100	20,1	64,6	15,3
39	20,3	25,8	38,4	52,2	77,6	90,2	100	25,8	64,4	9,8
40	22,6	25,2	35,2	53,8	78,0	87,2	100	25,2	62,0	12,8
41	29,0	39,8	57,6	73,2	94,3	97,4	100	39,8	57,6	2,6
42	29,2	36,9	56,4	72,3	93,8	98,1	100	36,9	61,2	2,6
43	31,4	37,8	52,1	71,6	93,6	97,8	100	37,8	60,0	2,2
44	29,1	38,4	48,7	67,5	89,4	96,2	100	38,4	57,8	3,8
$\bar{x}$								37,3	56,4	6,3
σ								6,9	4,4	5,6
$C\%$								18,4	7,8	86,9

$\bar{x}$ = valore medio; σ = deviazione standard; $C\%$ = coefficiente di variazione. Le quote sono espresse in metri a partire dal livello del mare.

con qualche punticcio biancastro per la presenza di macrofossili; sono relativamente duri e consistenti, ed hanno frattura irregolare, scheggiata e talvolta concoide.

Su ciascun campione sono state eseguite l'analisi granulometrica, quella mineralogica quali e quantitativa, ricavata dalle osservazioni condotte singolarmente sulle tre frazioni granulometriche, clay ($< 4 \mu\text{m}$), silt (4-63 μm) e sand ($> 63 \mu\text{m}$), e l'analisi chimica completa, con particolare riferimento ai carbonati.

L'analisi granulometrica è stata eseguita con il metodo della sedimentazione frazionata in becker per le frazioni inferiori a 32 μm (MILNER, 1962) e per setacciatura in umido per le frazioni superiori alla suddetta dimensione. L'analisi mineralogica è stata eseguita per diffrazione X su polveri utilizzando un diffrattometro Philips con radiazione $\text{CuK}\alpha$, filtrata su Ni; la quan-

titativa dei minerali più rappresentati è stata ottenuta mediante i metodi di SCHULTZ (1964), RAISH (1964) e di SHAW et al. (1971), utilizzando all'uopo MoS_2 o MgCO_3 come standard interni, effettuando i dosaggi separatamente su tre frazioni distinte di ciascun campione ($< 4 \mu\text{m}$, 4-63 μm , $> 63 \mu\text{m}$) per minimizzare gli effetti negativi dovuti alla granulometria. L'analisi chimica infine è stata eseguita per fluorescenza X sul campione decarbonatato, usando uno spettrometro Philips con tubo ad anticatodo di Cr; i carbonati sono stati determinati sulla soluzione ottenuta dopo attacco del campione con HCl al 2%, dosando Ca^{2+} ed Mg^{2+} mediante titolazione con EDTA e per assorbimento atomico rispettivamente; nel campione decarbonatato H_2O^+ è stata determinata con il metodo di Penfield in TREADWELL, 1954).

Analisi granulometrica

I risultati di questa analisi sono riportati nelle tabb. 1 e 2. Da essi si nota anzitutto

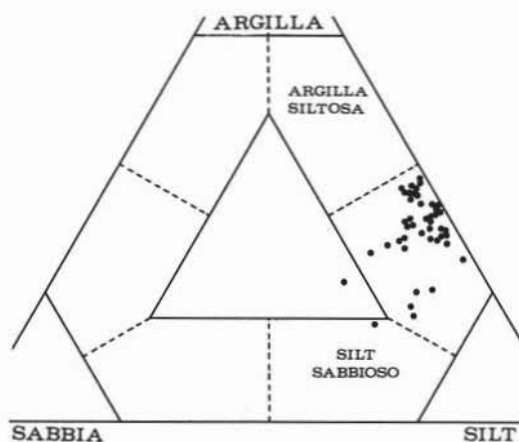


Fig. 2. — Classificazione dei campioni esaminati secondo lo schema di SHEPARD (1954).

che i valori di silt sono di gran lunga i più alti e di solito abbondantemente al di sopra del 50 % del campione complessivo ($\bar{x} = 56,4 \%$); seguono in ordine i valori di clay con una media di 37,3 % ed infine quelli di sand che rappresentano pochi percento del campione complessivo ($\bar{x} = 6,3 \%$). Di conseguenza tutti i campioni (eccetto due) trovano collocazione, nel diagramma triangolare di SHEPARD (1954) (fig. 2), nel campo dei silt argillosi, evidenziando una certa omogeneità tessiturale che trova corrispondenza nella ristretta fascia granulometrica entro cui sono comprese le curve cumulative (fig. 3), e nell'andamento pressochè costante delle medesime (tab. 2 e fig. 3). Esse mostrano per tutti i campioni infatti, senza tener conto delle code, una leggera concavità verso l'alto (cfr. curva media di fig. 3). Questi andamenti che derivano da distribuzioni di frequenza delle diverse classi granulometriche di tipo platimesocurtico, con diversi massimi di frequenza e per giunta poco accentuati, indicano una cattiva classazione che può derivare da una sedimentazione in mare relativamente sottile e naturalmente non molto distante dalla costa, dove la turbolenza dell'acqua e la forza delle correnti parallele e ortogonali alla linea di costa riducono di molto la deposizione di tipo gravitativo. Questi caratteri permettono di ipotizzare, trattandosi di apporti clastici per quanto risulterà anche dai risultati delle analisi successive, una sedimentazione marina in

facies neritica. D'altra parte ciò è in perfetto accordo con quanto evidenziato da DI PIERRO e MORESI (1982) per aree adiacenti a quelle qui esaminate.

Analisi mineralogica

Va anzitutto fatto rilevare la sorprendente omogeneità mineralogica dei campioni analizzati. La loro composizione infatti risulta costituita dagli stessi minerali, quantitativamente compresi entro intervalli abbastanza ristretti (tab. 3); comunque in ogni campione sono presenti abbondanti minerali argillosi accompagnati da discrete quantità di carbonati, quarzo e feldspati. I minerali argillosi (figg. 4 a e 4 b) sono rappresentati da un termine smectitico mediamente ben cristallizzato ⁽¹⁾, diottaedrico di tipo calcio-magnesifero, assimilabile ad una montmorillonite, da un termine illitico, diottaedrico alluminifero, politipo 2M mediamente ben cristallizzato, da un termine caolinitico scarsamente cristallino e da un termine cloritico, mal cristallizzato, di tipo ferriero. A questi minerali argillosi si accompagna anche, sebbene scarsamente rappresentato, un interstratificato irregolare di tipo illite/smectite, con circa 35 % di strati espandibili. I carbonati sono rappresentati da calcite, dolomite e scarsa aragonite che, nelle frazioni più grosse, costituiscono granuli inorganici ed organogeni con evidenti caratteri detritici. I feldspati infine appaiono rappresentati da plagioclasti di composizione albitico-oligoclastica e da minori quantità di ortoclasto; almeno da quanto risulta dalle osservazioni al micro-

⁽¹⁾ Il grado di cristallinità della illite è stato valutato dal rapporto tra larghezza, misurata a metà altezza, ed elongazione del riflesso a 10 Å (GRIFFIN, 1971; WEBER et alii, 1970); quello della montmorillonite dal rapporto v/p del riflesso a 17 Å (BISCAYE, 1965); quello della caolinite dalla risoluzione dei doppietti più caratteristici (HINCKLEY, 1963); ed infine quello della clorite dal comportamento al riscaldamento (JOHNS et alii, 1954). Le caratteristiche cristallografiche della smectite sono state evidenziate dalla posizione dei riflessi caratteristici e dal comportamento di alcuni di essi in seguito a glicolazione e a scambi ionici (BROWN, 1961; GREENE-KELLY, 1953); quelle dell'illite dalla posizione e dalla presenza dei riflessi caratteristici (BRADLEY et alii, 1961); il tipo di clorite è stato riconosciuto dall'intensità di alcuni riflessi caratteristici (BROWN, 1961); infine gli strati misti sono stati identificati secondo REYNOLDS (1980).

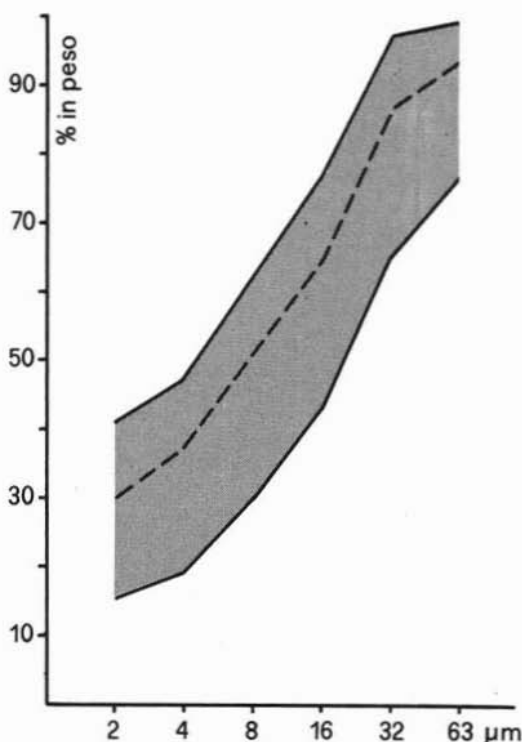


Fig. 3. — Fascia granulometrica e curva cumulativa media (in tratteggio) dei campioni esaminati.

TABELLA 3
Composizione mineralogica percentuale
dei campioni esaminati

Camp.	COMPLESSIVE									A.a. = 100			
	M	I	Cl	K	Ca	Do	Q	F	A.a.	M	I	Cl	K
1	26	26	6	6	17	2	12	5	64	41	41	9	9
2	27	23	7	6	19	3	11	4	63	43	36	11	10
3	21	28	8	5	16	2	13	7	62	34	45	13	8
4	20	29	7	6	16	2	12	8	62	32	47	11	10
5	23	24	6	5	19	2	15	6	58	40	41	10	9
6	20	27	7	6	15	3	14	8	50	33	45	12	10
7	26	22	6	4	15	2	15	10	58	45	38	10	7
8	25	18	6	4	18	4	15	10	53	47	34	11	8
9	32	22	6	4	14	3	13	6	64	50	34	10	6
10	35	30	7	3	12	2	7	4	75	47	40	9	4
11	36	26	6	4	11	2	9	6	72	50	36	8	6
12	29	27	9	7	14	2	9	3	72	40	37	13	10
13	33	23	8	7	14	2	10	3	71	47	32	11	10
14	30	24	7	7	16	1	10	5	68	45	35	10	10
15	36	25	7	6	14	1	7	4	74	49	34	9	8
16	36	22	7	3	15	3	9	5	68	53	32	11	4
17	37	18	6	5	15	3	10	6	66	56	27	9	8
18	26	29	7	6	15	2	10	5	68	38	43	10	9
19	36	22	7	5	17	2	8	3	70	52	31	10	7
20	32	26	8	5	14	2	9	4	71	45	37	11	7
21	27	26	7	6	17	2	10	5	66	41	39	11	9
22	32	22	6	4	17	2	11	6	64	50	34	10	6
23	30	30	8	7	13	2	7	3	75	40	40	11	9
24	21	30	8	6	18	2	11	4	65	33	46	12	9
25	27	28	8	6	14	2	10	5	69	39	40	12	9
26	27	27	10	6	14	2	10	4	70	39	39	14	8
27	25	28	6	5	18	3	10	5	64	39	44	9	8
28	27	26	6	5	17	4	9	6	64	42	41	9	8
29	29	31	9	5	12	1	9	4	74	39	42	12	7
30	32	30	8	4	13	1	9	3	74	43	41	11	5
31	29	32	7	5	14	3	10	4	69	36	46	10	7
32	27	27	7	5	16	4	9	5	66	41	41	11	7
33	25	33	7	4	14	3	9	5	69	36	48	10	6
34	27	25	6	5	15	4	11	7	63	43	40	9	8
35	26	29	8	6	15	3	8	5	69	38	42	11	9
36	33	27	8	5	12	3	8	4	73	45	37	11	7
37	33	20	7	7	16	3	10	4	67	49	31	10	10
38	22	24	7	4	16	5	12	10	57	39	42	12	7
39	25	24	8	4	16	5	11	7	61	41	39	13	7
40	24	32	8	4	13	2	10	7	68	35	47	12	6
41	25	27	9	6	17	3	9	4	67	37	40	14	9
42	32	27	8	6	13	2	8	4	73	44	37	11	8
43	22	33	9	7	14	2	9	4	71	31	46	13	10
44	26	27	9	7	14	2	10	5	69	38	39	13	10
Σ	28	26	8	5	15	3	10	5	67	42	39	11	8
σ	5	4	1	1	2	1	2	2	5	6	5	1	2
σ%	17	14	14	21	13	38	20	35	8	13	13	13	21

scopio eseguite sulle frazioni più grosse, costituiscono anch'essi, unitamente al quarzo, granuli clastici fortemente arrotondati opachi in superficie per trasporto ovvero, nel caso

M = montmorillonite; I = illite; Cl = clorite; K = caolinite; Ca = calcite; Do = dolomite; Q = quarzo; F = feldspati; A.a. = insieme minerali argillosi.

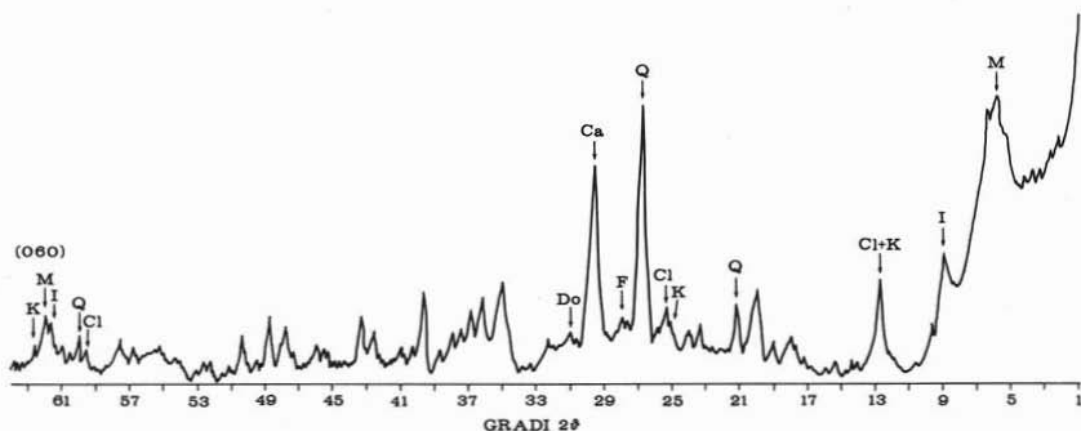


Fig. 4a. — Diffratogramma X della fraz. < 4 μm di un campione di argilla esaminata. Lastrina a caricamento laterale; radiazione CuKα, filtrata su Ni, 2 × 10⁴ cps, c.t. 4, attenuazione 5, velocità di registrazione 1° 2θ/min., fenditure 1°-0,1°-1°; Kv 44 Ma 22. Per i simboli consultare tab. 3.

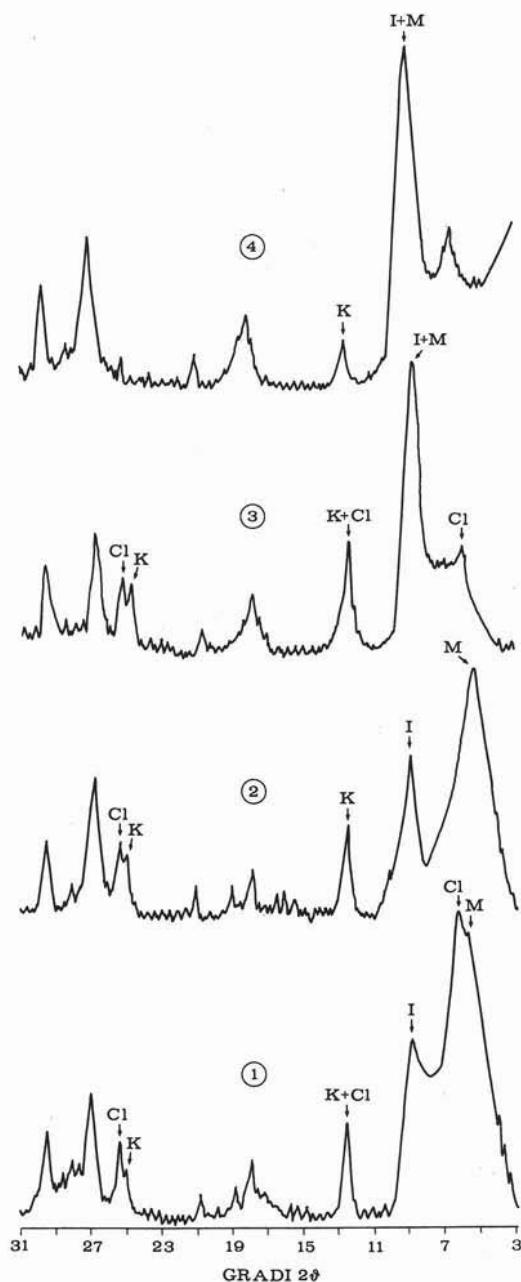


Fig. 4 b. — Diffrattogramma X della fraz. $< 4 \mu\text{m}$ di un campione di argilla esaminata. - Lastre isoorientate: 1 = campione tal quale; 2 = campione glicolato; 3 = campione riscaldato a 200°C per 4 h; 4 = campione riscaldato a 500°C per 4 h. Radiazione $\text{CuK}\alpha$, filtrata su Ni, 2×10^5 cps, c.t. 4, attenuazione 5, velocità di registrazione $1^\circ 2\theta/\text{min.}$, fenditure $1^\circ 0,1''-1/12''$; Kv 44 Ma 22. Per i simboli consultare tab. 3.

dei feldspati, per alterazione argillosa. Le osservazioni al microscopio però hanno evidenziato anche la presenza, nelle frazioni più grosse, di muscovite, biotite, clorite clastica e di minerali di ferro (ematite, magnetite e goethite). Per quanto riguarda l'abbondanza dei minerali più rappresentati si evidenzia (tab. 3) che mediamente l'insieme dei minerali argillosi costituisce i $2/3$ ($\bar{x} = 67\%$) del campione complessivo; il rimanente è distribuito quasi equamente fra carbonati ($\bar{x} = 18\%$) e quarzo + feldspati ($\bar{x} = 15\%$), con calcite ($\bar{x} = 15\%$) e quarzo ($\bar{x} = 10\%$) prevalenti rispettivamente su dolomite ($\bar{x} = 3\%$) e feldspati ($\bar{x} = 5\%$). Nell'ambito dei minerali argillosi i $4/5$ sono costituiti da montmorillonite e illite quasi equamente rappresentate ($\bar{x} = 28\%$ e 26% rispettivamente), il resto è distribuito, anche in questo caso quasi equamente, fra clorite ($\bar{x} = 8\%$) e caolinite ($\bar{x} = 5\%$).

Per quanto riguarda la distribuzione granulometrica dei minerali individuati (tab. 4), i minerali argillosi si concentrano, come era da attendersi, nelle frazioni fini mentre quarzo, feldspati e carbonati, di preferenza, in quelle grosse. Da rilevare, nell'ambito del gruppo dei minerali pelitici, la costante presenza di illite nelle frazioni clay e silt, l'abbondanza di muscovite nella frazione sand e l'equidistribuzione di clorite nelle tre frazioni. Ciò fa sospettare interdipendenze, illite-muscovite e cloriti pelitiche-cloriti psammitiche, già evidenziate in argille inframesoplioceniche dell'Italia meridionale (DELL'ANNA e RIZZO, 1979; DELL'ANNA et al., 1981). Da rilevare infine, nell'ambito dei minerali non argillosi, la variazione del rapporto quarzo/feldspati che, procedendo dalle frazioni fini alle grosse, passa da 4 a 2 e poi a 1. Se si tiene conto che i due minerali, per natura, densità e genesi, sono legati alla stessa storia evolutiva (lo conferma la correlazione lineare positiva fra quarzo e feldspati nel campione complessivo; $r = 0,7391$; $y = 0,6654x - 1,5030$; $L.d.P. = 999\%$), la spiegazione è da ricercare nel diverso grado di alterabilità dei due minerali e nell'effetto dimensione su di esso; i feldspati sono più alterabili del quarzo e maggiormente nei granuli più piccoli.

Confrontando i dati granulometrici con quelli mineralogici, logiche appaiono le cor-

TABELLA 4

Composizione mineralogica percentuale di ciascuna delle tre frazioni, clay, silt e sand, dei campioni esaminati

Camp.	<4µm										4 - 63µm										>63µm											
	COMPLESSIVE										COMPLESSIVE										COMPLESSIVE											
	M	I	Cl	K	Ca	Do	Q	F	As	A.a. = 100	M	I	Cl	K	Ca	Do	Q	F	As	A.a. = 100	M	I	Cl	K	Ca	Do	Q	F	As	A.a. = 100		
1	55	24	4	4	8	tr	5	tr	87	62	28	5	5	9	28	8	22	3	17	5	53	16	52	16	16	17	6	24	5	21	27	
2	61	19	5	4	8	tr	3	tr	89	70	21	5	4	11	26	9	8	24	2	15	5	54	21	48	16	15	16	6	26	5	23	24
3	47	30	7	5	7	tr	3	1	89	53	34	7	6	8	29	9	7	20	3	17	7	53	15	55	16	14	12	4	24	4	24	32
4	35	41	6	6	7	tr	4	1	88	40	46	7	7	16	25	9	8	20	2	14	6	58	27	44	15	14	15	5	24	5	29	22
5	55	25	5	5	6	tr	4	tr	90	61	28	5	6	7	25	7	7	25	3	21	5	46	16	54	15	15	16	6	25	6	23	24
6	52	24	6	7	7	tr	4	tr	89	59	28	6	7	13	31	9	7	16	4	15	5	60	21	52	15	12	13	4	24	3	27	29
7	51	29	5	5	4	tr	5	1	90	57	32	6	5	26	24	7	6	16	2	15	4	63	42	36	11	9	13	4	21	5	25	32
8	58	18	6	6	9	tr	3	tr	88	65	21	7	7	19	21	7	6	20	4	16	7	53	35	39	14	12	11	3	25	6	29	26
9	58	24	4	4	5	tr	4	1	90	63	27	5	5	21	22	8	5	18	4	16	6	56	38	39	15	9	15	4	23	4	27	27
10	47	35	6	3	5	tr	3	1	91	52	38	7	3	31	29	7	3	14	2	9	5	70	45	41	10	4	14	4	20	5	24	33
11	52	30	5	5	4	tr	3	1	92	57	31	6	6	28	25	8	3	15	3	11	7	64	43	39	13	5	7	2	19	4	34	34
12	46	27	9	8	6	tr	4	tr	90	51	30	10	9	17	28	9	7	20	2	13	4	61	28	46	15	11	17	5	26	3	22	27
13	48	25	9	8	6	tr	4	tr	90	53	28	10	9	23	21	8	6	19	3	15	5	58	40	37	13	10	21	6	23	4	20	26
14	46	24	7	8	9	tr	5	1	85	54	29	8	9	16	24	8	6	21	2	14	7	56	32	44	14	10	18	4	22	3	32	21
15	51	24	7	8	6	tr	3	1	90	56	27	8	9	26	25	8	5	19	2	10	5	64	40	39	12	9	21	6	27	4	17	25
16	59	21	4	4	7	tr	4	1	88	67	24	5	4	24	23	8	3	19	4	12	7	58	42	39	13	6	20	4	28	4	16	28
17	64	14	6	5	6	tr	4	1	89	71	16	7	6	16	21	7	5	22	5	14	10	49	32	43	15	10	14	4	30	3	23	26
18	47	32	6	6	5	tr	4	tr	91	51	35	7	7	13	27	8	6	24	3	13	6	54	24	50	14	12	25	6	21	5	17	26
19	56	22	4	4	6	tr	4	1	88	63	25	5	6	21	23	10	4	25	3	11	3	58	27	39	17	7	13	7	27	3	25	25
20	52	24	5	4	8	tr	4	1	87	59	30	6	5	19	26	10	6	19	4	12	4	61	32	42	17	9	21	6	23	4	18	28
21	48	28	5	7	8	tr	3	1	88	55	32	6	7	10	25	9	6	24	3	16	7	50	20	49	19	12	13	5	30	6	29	17
22	57	23	3	5	8	tr	3	1	88	64	26	4	6	14	21	8	4	24	4	16	9	47	31	45	16	8	18	5	21	4	27	25
23	46	32	5	7	7	tr	2	1	90	50	36	6	8	17	28	12	7	18	3	11	4	64	27	43	19	11	17	4	23	5	21	30
24	25	40	6	8	15	tr	2	1	79	32	50	8	10	18	22	10	5	22	3	16	4	55	32	40	18	10	24	6	24	2	20	24
25	39	34	6	7	9	tr	4	1	86	45	40	7	8	18	23	11	5	18	4	14	7	57	31	40	20	9	17	5	27	5	20	26
26	49	28	5	6	7	tr	4	1	88	56	31	6	7	16	28	13	6	18	3	12	4	63	25	45	21	9	20	6	22	3	30	19
27	42	36	6	7	6	tr	3	tr	91	46	39	7	8	16	23	7	5	25	5	14	5	51	31	45	14	10	18	4	22	6	23	27
28	50	28	5	5	8	tr	3	1	88	56	32	6	6	13	25	9	5	23	6	12	7	52	25	48	17	9	22	5	20	4	24	25
29	47	32	6	5	6	tr	4	tr	90	52	36	7	5	21	31	11	6	15	2	10	4	69	31	44	16	9	17	5	23	4	24	27
30	46	35	6	4	6	tr	3	1	90	49	39	7	5	26	28	9	5	16	2	11	3	68	39	41	13	7	21	5	27	2	22	33
31	35	45	5	4	7	tr	3	1	89	39	50	6	5	21	25	8	5	18	5	13	5	59	36	41	14	9	25	5	25	2	20	23
32	55	25	5	4	8	tr	3	tr	89	61	28	6	5	10	29	9	6	20	7	11	8	54	19	53	17	11	19	4	29	3	23	22
33	42	38	5	4	6	tr	3	1	90	46	42	6	6	17	30	8	4	18	5	11	7	59	29	50	14	7	26	6	24	4	34	16
34	49	30	4	6	6	tr	4	1	89	54	34	5	7	12	24	7	4	21	6	15	11	47	25	50	15	10	15	3	26	4	33	19
35	45	32	6	7	7	tr	2	1	90	50	35	7	8	13	27	9	5	21	5	12	8	54	24	50	17	9	6	2	48	3	27	14
36	46	30	6	7	7	tr	3	1	89	51	34	7	8	21	24	10	5	17	5	11	7	60	35	40	16	9	19	6	33	6	25	11
37	53	22	4	7	9	tr	4	1	86	61	26	5	8	17	19	8	7	22	6	14	7	51	33	38	16	13	24	6	27	3	17	23
38	48	32	6	4	6	tr	3	1	90	53	35	7	5	18	25	9	4	19	6	11	8	56	33	45	15	7	12	3	18	4	31	32
39	52	29	5	5	5	tr	3	1	91	57	32	6	5	17	24	10	4	20	7	12	6	55	32	43	18	7	14	4	18	4	27	33
40	45	32	4	4	6	tr	4	1	87	52	36	5	7	21	36	10	4	13	3	9	71	30	50	14	6	12	4	19	6	29	30	
41	49	25	5	6	10	tr	4	1	85	58	29	6	7	10	29	12	6	22	5	10	6	57	18	51	20	11	10	5	30	6	25	24
42	53	27	5	6	7	tr	3	1	90	58	30	6	6	21	28	10	6	16	3	11	5	65	33	43	15	9	20	5	24	3	20	28
43	40	33	6	7	9	tr	4	1	86	46	39	7	8	12	34	11	7	17	3	11	5	64	18	53	18	11	16	5	25	4	26	24
44	48	28	6	8	6	tr	3	1	90	53	31	7	9	13	27	12	6	18	4	13	7	58	22	47	21	10	20	5	26	4	23	22
Σ	49	28	5	6	7	tr	4	1	88	55	32	6	7	17	26	9	6	20	3	13	6	58	30	45	15	10	17	5	25	4	24	25
σ	7	6	1	1	2				2	8	7	1	2	6	4	2	1	3	1	3	2	6	8	5	2	3	5	1	5	1	4	5
σ%	15	22	20	26	26				20	57	2	14	22	19	25	32	14	17	24	16	38	19	30	11	27	11	27	24	20	28	18	20

Mu = muscovite; per gli altri simboli consultare tab. 3.

relazioni lineari positive: fra l'insieme dei minerali argillosi ed i contenuti di clay ($r = 0,5234$; $y = 0,3948 x + 52,2463$; $L.d.P. = 999 \%$), fra montmorillonite e i contenuti di clay ($r = 0,4282$; $y = 0,2946 x + 17,0911$; $L.d.P. = 99 \%$), fra illite nel silt e i contenuti di silt ($r = 0,4565$; $y = 0,5743 x + 41,6433$; $L.d.P. = 99 \%$) ed infine fra quarzo + feldspati nella sand e i contenuti di sand ($r = 0,4773$; $y = 0,4150 x + 14,2427$; $L.d.P. = 999 \%$). In conclusione i sedimenti qui analizzati sono rappresentati essenzialmente, escludendo qualche minerale di alterazione ovvero qualche componente autigeno tipo idrossidi di ferro ovvero ancora qualche carbonato di diretta precipitazione chimica oppure organogeno, da componenti terrigeni, riconoscibili in parte dal loro carattere generale (habitus) ed in parte dalla loro natura, proprio in riferimento ai minerali

argillosi, che esclude un'origine autigena. Essi inoltre evidenziano un'associazione mineralogica notevolmente povera di componenti pesanti. Poichè questa situazione non sembra potersi attribuire, almeno da quanto appare dai risultati delle analisi granulometrica e mineralogica, a fenomeni di trasporto e di sedimentazione, resta solo da pensare che essa rifletta quella del bacino di alimentazione, con qualche lievissima differenza dovuta all'alterazione che ha interessato i feldspati con formazione di componenti argillosi che si sono aggiunti a quelli originari e la illite trasformata in smectite attraverso strati misti illite/smectite di tipo irregolare (DUNOYER DE SEGONZAC, 1970; VELDE, 1972).

Analisi dei carbonati

Il riconoscimento dei carbonati è stato ottenuto mediante diffrattometria X e, per le

TABELLA 5
Carbonati nei campioni esaminati
(% in peso)

Carb. Camp.	CaCO ₃	MgCO ₃	CaCO ₃ MgCO ₃	Calcite	Dolomite	Calcite Dolomite	Carbonati totali
1	19,2	2,1	9,1	16,8	4,5	3,7	21,3
2	18,9	2,0	9,5	16,5	4,4	3,7	20,9
3	19,1	2,0	9,6	16,7	4,4	3,8	21,1
4	18,3	2,1	8,7	16,0	4,4	3,6	20,4
5	19,3	2,1	9,2	16,9	4,5	3,7	21,4
6	17,3	2,0	8,6	15,0	4,3	3,5	19,3
7	15,7	1,9	8,3	13,5	4,1	3,3	17,6
8	18,3	1,8	10,2	16,1	4,0	4,0	20,1
9	19,4	2,1	9,2	16,9	4,6	3,7	21,5
10	17,2	2,0	8,6	14,8	4,4	3,4	19,2
11	18,2	2,1	8,7	15,8	4,5	3,5	20,3
12	21,6	2,2	9,8	19,0	4,8	3,9	23,8
13	20,6	2,2	9,4	18,0	4,8	3,7	22,8
14	21,6	2,2	9,8	19,0	4,8	4,0	23,8
15	20,9	2,2	9,5	18,2	4,9	3,7	23,1
16	19,3	1,9	10,2	17,1	4,1	4,2	21,2
17	20,5	2,1	9,8	18,1	4,5	4,0	22,6
18	25,6	2,6	9,8	22,6	5,6	4,0	28,2
19	20,7	2,4	8,6	17,8	5,3	3,4	23,1
20	20,7	2,4	8,6	17,9	5,2	3,4	23,1
21	20,7	2,3	9,0	18,0	5,0	3,6	23,0
22	20,8	2,4	8,7	18,0	5,2	3,5	23,2
23	21,6	2,3	9,4	18,8	5,1	3,7	23,9
24	21,0	2,1	10,0	18,4	4,7	3,5	23,1
25	21,8	2,3	9,5	19,1	5,0	3,8	24,1
26	19,6	2,2	8,9	16,9	4,9	3,4	21,8
27	19,6	2,3	8,5	17,0	4,9	3,5	21,9
28	19,1	2,2	8,7	16,5	4,8	3,4	21,3
29	19,2	2,2	8,7	16,5	4,9	3,3	21,4
30	18,5	2,2	8,4	15,9	4,8	3,3	20,7
31	19,3	2,3	8,4	16,7	4,9	3,4	21,6
32	19,9	2,2	9,0	17,2	4,9	3,5	22,1
33	19,3	2,3	8,4	16,7	4,9	3,4	21,6
34	18,9	1,9	9,9	16,6	4,2	3,9	20,8
35	20,1	1,9	10,6	17,8	4,2	4,2	22,0
36	20,5	2,1	9,8	18,0	4,6	3,9	22,6
37	20,2	1,9	10,6	17,9	4,2	4,3	22,1
38	16,3	1,9	8,6	14,0	4,2	3,3	18,2
39	16,3	1,9	8,6	14,1	4,1	3,4	18,2
40	16,5	2,0	8,2	14,2	4,3	3,3	18,5
41	21,9	2,0	10,9	19,6	4,3	4,2	23,9
42	19,6	2,2	8,9	17,0	4,8	3,9	21,8
43	20,3	2,3	8,8	17,6	5,0	3,5	22,6
44	19,7	2,3	8,6	16,9	5,1	3,3	22,0
$\bar{x}$	19,6	2,1	9,2	17,1	4,6	3,6	21,7
σ	1,8	0,2	0,7	1,6	0,4	0,3	1,9
$\sigma\%$	9,2	9,5	7,6	9,3	8,7	8,3	8,7

In questa tabella i contenuti di CaCO₃ e di MgCO₃, ottenuti per via chimica, sono stati mineralogicamente considerati esclusivamente impegnati a formare calcite e dolomite, essendo trascurabili le quantità di aragonite e di calcite magnesifera.

frazioni più grosse, mediante ricerche al microscopio da mineralogia. I loro contenuti (tab. 3) sono stati ricavati dalle analisi per diffrazione X condotte singolarmente sulle tre frazioni granulometriche, clay (< 4 µm), silt (4-63 µm) e sand (> 63 µm) (tab. 4), ed anche ottenuti mediante analisi volumetrica, per titolazione con EDTA (CaCO₃) e per assorbimento atomico (MgCO₃), condotta sul campione complessivo, come altrove già specificato. I carbonati sono mineralogicamente rappresentati da calcite, stechiometrica e magnesifera, da dolomite ed infine da aragonite; in ogni caso calcite prevale su dolomite mentre aragonite è presente allo stato di tracce e solo nella frazione granulometrica sand (> 63 µm). Le osservazioni al microscopio condotte naturalmente sulle frazioni più grosse hanno eviden-

ziato che, almeno in queste frazioni, i carbonati sono costituiti da granuli inorganici ed organogeni con evidenti caratteristiche detritiche, determinate soprattutto dall'assenza di abito caratteristico (nel caso degli inorganici) e dalla presenza di spigoli arrotondati o subarrotondati; presenti comunque sono anche alcuni cristalliti di calcite spatica. Analisi diffrattometriche X, condotte su granuli separati da frazioni psammitiche (> 63 µm), hanno stabilito che i carbonati organogeni, rappresentati da frammenti di molluschi (riconosciuti Lamellibranchi e Gasteropodi) e da foraminiferi (riconosciute specie delle famiglie Buliminidae, Boliviniidae e Nonionidae) sono costituiti essenzialmente da calcite stechiometrica e molto subordinatamente da calcite magnesifera e da aragonite mentre i granuli inorganici, rappresentati essenzialmente da frammenti di calcare, sono costituiti da calcite e da dolomite, con il secondo minerale decisamente meno abbondante del primo. Malgrado l'eterogeneità dei granuli che li rappresentano e delle specie mineralogiche che li costituiscono, i carbonati tuttavia risultano (tab. 5) pressochè costanti sia nel loro insieme ($\bar{x}$ = 21,7 %) che nei due singoli minerali più rappresentati, calcite ($\bar{x}$ = 17,1 %) e dolomite ($\bar{x}$ = 4,6 %) rispettivamente; in ogni caso infatti i coefficienti di variazione (C%) sono inferiori a 9 %. Questo comportamento appare una conseguenza delle condizioni ambientali che, almeno da quanto si può dedurre dai dati granulometrici, possono considerarsi pressochè invariate nello spazio e nel tempo.

In chiusura si fa rilevare la concordanza fra dati diffrattometrici (tab. 3) e quelli chimici (tab. 5); le differenze sono da considerarsi contenute entro i limiti degli errori sperimentali. Questa concordanza naturalmente garantisce una certa affidabilità a tutti i valori mineralogici ottenuti ai raggi X.

Analisi chimica

I risultati di questa analisi sono riportati nelle tabb. 6 e 7; nella seconda essi si riferiscono ai campioni decarbonatati. I dati, a parte quelli relativi ai carbonati dei quali si è già precedentemente parlato, indicano SiO₂, Al₂O₃ e H₂O⁺ come i componenti più rappresentati, in perfetta coerenza con la

TABELLA 6
Composizione chimica complessiva dei
campioni esaminati (% in peso)

OSSIDI %	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	CaCO ₃	MgCO ₃	Tot.
1	49,9	0,7	13,9	4,0	tr	2,0	0,5	1,1	2,5	tr	4,4	19,2	2,1	100,3
2	50,3	0,7	13,9	3,9	tr	2,0	0,4	1,1	2,5	tr	4,5	18,9	2,0	100,4
3	50,0	0,7	14,0	3,9	tr	2,1	0,4	1,1	2,5	tr	4,6	19,1	2,0	100,4
4	51,7	0,7	14,3	3,8	tr	2,0	0,4	1,1	2,5	tr	2,3	18,3	2,1	99,9
5	50,3	0,6	13,8	3,8	tr	2,0	0,4	1,1	2,5	tr	3,8	19,3	2,1	99,7
6	51,9	0,6	13,9	4,0	tr	2,1	0,4	1,1	2,6	tr	4,3	17,3	2,0	100,2
7	53,3	0,6	14,0	3,8	tr	2,2	0,5	1,2	2,5	tr	4,6	15,7	1,9	100,3
8	51,7	0,6	13,4	3,9	tr	1,9	0,5	1,1	2,4	tr	4,6	18,3	1,8	100,2
9	50,8	0,6	12,9	4,0	tr	2,0	0,4	1,0	2,5	tr	4,4	19,4	2,1	100,1
10	51,2	0,7	13,7	4,1	tr	2,0	0,5	1,0	2,6	tr	5,1	19,2	2,0	100,1
11	50,1	0,7	13,5	4,0	tr	2,1	0,5	1,0	2,5	tr	5,6	18,2	2,1	100,3
12	48,3	0,7	13,4	4,0	tr	1,8	0,4	1,0	2,4	tr	4,3	21,6	2,2	100,1
13	47,9	0,7	13,6	3,9	tr	1,8	0,5	1,0	2,5	tr	5,1	20,6	2,2	99,9
14	46,9	0,7	13,5	4,0	tr	2,1	0,4	1,0	2,6	tr	5,1	21,6	2,2	100,0
15	47,5	0,7	13,5	4,0	tr	2,0	0,5	1,0	2,5	tr	5,8	20,9	2,2	100,4
16	48,5	0,6	12,7	4,3	tr	2,1	0,7	1,0	2,4	tr	5,9	19,3	1,9	99,4
17	49,5	0,7	13,8	4,0	tr	1,9	0,5	1,0	2,4	tr	3,7	20,5	2,1	100,1
18	49,8	0,6	13,2	3,9	tr	1,9	0,4	0,9	2,5	tr	5,8	20,2	2,0	100,2
19	48,4	0,6	13,3	3,8	tr	1,9	0,5	1,0	2,4	tr	5,3	20,7	2,4	100,3
20	47,9	0,7	13,2	3,8	tr	1,9	0,5	1,0	2,4	tr	5,2	20,7	2,4	99,7
21	47,8	0,6	13,1	4,0	tr	1,9	0,5	1,0	2,4	tr	5,1	21,0	2,1	100,1
22	48,8	0,7	14,0	3,7	tr	1,9	0,5	1,0	2,4	tr	3,5	20,8	2,4	99,7
23	48,2	0,6	13,4	3,8	tr	1,8	0,5	1,0	2,4	tr	4,6	21,6	2,3	100,2
24	48,3	0,7	13,1	4,0	tr	1,9	0,5	1,0	2,4	tr	5,1	21,0	2,1	100,3
25	47,2	0,6	13,2	4,0	tr	2,1	0,5	1,0	2,4	tr	5,3	21,8	2,3	100,4
26	49,4	0,6	13,4	4,0	tr	2,1	0,5	1,1	2,4	tr	5,0	19,6	2,2	100,3
27	50,6	0,6	13,7	4,0	tr	2,0	0,5	1,0	2,4	tr	3,0	19,6	2,3	99,7
28	50,0	0,6	13,4	4,0	tr	2,1	0,6	1,0	2,4	tr	4,7	19,1	2,2	100,1
29	50,0	0,6	13,5	4,0	tr	2,0	0,5	1,0	2,4	tr	4,9	19,2	2,2	100,3
30	50,1	0,6	12,8	4,0	tr	2,0	0,6	1,0	2,4	tr	5,6	18,5	2,2	99,8
31	49,0	0,7	13,2	4,0	tr	2,0	0,5	1,0	2,4	tr	5,5	19,3	2,3	99,9
32	50,0	0,6	13,4	4,0	tr	2,0	0,5	1,0	2,4	tr	5,9	19,2	2,3	100,1
33	49,4	0,6	13,2	4,1	tr	2,0	0,6	1,0	2,4	tr	5,0	19,3	2,3	99,9
34	48,5	0,7	14,1	4,2	tr	2,0	0,5	1,0	2,6	tr	5,7	18,9	1,9	100,5
35	48,0	0,6	13,2	4,6	tr	2,0	0,5	1,0	2,5	tr	5,8	18,3	1,9	100,1
36	48,6	0,7	14,1	4,2	tr	2,0	0,5	1,0	2,5	tr	4,1	20,5	2,1	100,2
37	48,6	0,7	13,7	4,6	tr	1,9	0,5	1,0	2,5	tr	4,4	20,2	1,9	100,3
38	53,8	0,6	13,4	3,7	tr	2,0	0,5	1,2	2,5	tr	4,0	16,3	1,9	100,1
39	52,5	0,6	13,8	4,0	tr	2,2	0,6	1,1	2,5	tr	4,4	16,3	1,9	99,9
40	51,9	0,6	13,3	4,1	tr	2,0	0,5	1,1	2,5	tr	3,5	16,9	2,0	100,3
41	47,6	0,6	13,0	3,7	tr	2,0	0,5	1,0	2,4	tr	3,6	21,9	2,0	100,2
42	49,8	0,7	13,7	4,2	tr	2,1	0,5	1,0	2,4	tr	4,0	19,6	2,2	100,2
43	48,8	0,7	13,3	4,1	tr	2,0	0,5	1,0	2,4	tr	3,3	20,3	2,3	100,3
44	49,0	0,7	13,3	4,0	tr	1,9	0,5	1,0	2,4	tr	5,0	19,7	2,3	99,8
Σ	49,5	0,7	13,5	4,0	tr	2,0	0,5	1,0	2,5	tr	4,7	19,6	2,1	100,1
σ	1,68	0,05	0,40	0,20	0,10	0,06	0,02	0,29	1,80	0,19	0,08	0,92	0,13	0,08
σ%	3,4	7,1	3,0	5,0	0,5	1,2	0,6	2,8	3,7	0,4	0,2	4,6	0,3	0,3

natura sillitica dei campioni esaminati. Naturalmente questi componenti non rappresentano semplicemente i minerali argillosi ma anche gli altri minerali che, con la loro presenza più o meno abbondante, influenzano le diverse percentuali. Così SiO₂ ($\bar{x}$ = 49,5%) risente, oltre che della presenza dei minerali argillosi, anche e soprattutto di quella del quarzo, evidenziata dalla correlazione lineare positiva (r = 0,5060; y = 0,2581 x + 60,5710; $L.d.P.$ = 999‰) fra percentuali di SiO₂ (tab. 6) e percentuali di quarzo (tab. 3); quella di Al₂O₃ ($\bar{x}$ = 13,5%) è condizionata anche dalla presenza dei feldspati e quella di H₂O⁺ ($\bar{x}$ = 4,7%) infine dalla presenza di idrossidi di Fe, confermata in questo ultimo caso dalla correlazione lineare positiva fra i contenuti di Fe₂O₃ e di H₂O⁺ (r = 0,3059; y = 1,1441 x + 0,2283; $L.d.P.$ = 95%).

Passando agli altri componenti, trascurando le tracce di TiO₂, MnO e P₂O₅, la presenza di Fe₂O₃ ($\bar{x}$ = 4,0%) è da attribuire oltre che agli idrossidi di Fe di cui sopra anche agli ossidi di Fe e alle cloriti (si ricorda che il Fe è stato dosato tutto nella sua forma ossidata), quella di CaO ($\bar{x}$ = 0,5%), Na₂O ($\bar{x}$ = 1,0%) e di K₂O ($\bar{x}$ = 2,5%) ai feldspati ed ai minerali argillosi, che li

contengono come ioni di interpacchetto, e quella sensibile di MgO ($\bar{x}$ = 2,0%) infine in parte alle limitate percentuali di cloriti, per giunta ferrifere, ed in buona parte al componente smectitico che, qualora vi fossero dubbi al riguardo, conferma la sua natura montmorillonitica. Anche se ormai rappresenta una caratteristica già scontata, facciamo rilevare l'omogeneità chimica dei campioni esaminati, costituiti da componenti contenuti in intervalli abbastanza ristretti di variabilità, coerentemente con i comportamenti tessitura e mineralogica.

Considerazioni conclusive

I caratteri tessitura e composizionali dei sedimenti argillosi affioranti nei dintorni di Cairano e di Conza della Campania, in provincia di Avellino, acquisiti dalle analisi granulometriche, mineralogiche e chimiche eseguite su n. 44 campioni da essi prelevati, si possono così riassumere. Dal punto di vista tessitura i sedimenti in questione appartengono alla famiglia dei silt argillosi in

TABELLA 7
Composizione chimica dei campioni
decarbonatati (% in peso)

OSSIDI %	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	Tot.
Camp.												
1	63,3	0,8	17,7	5,1	tr	2,6	0,6	1,4	3,2	tr	5,6	100,3
2	63,6	0,8	17,6	4,9	tr	2,5	0,6	1,4	3,2	tr	5,6	100,2
3	63,3	0,8	17,7	5,0	tr	2,6	0,6	1,4	3,2	tr	5,8	100,4
4	65,1	0,8	17,9	4,8	tr	2,6	0,5	1,4	3,2	tr	2,9	99,2
5	64,1	0,8	17,6	4,8	tr	2,5	0,5	1,4	3,2	tr	4,8	99,7
6	64,3	0,8	17,2	4,9	tr	2,5	0,5	1,4	3,2	tr	5,4	100,2
7	64,6	0,8	17,0	4,8	tr	2,6	0,6	1,4	3,2	tr	5,8	100,3
8	64,6	0,8	16,7	4,9	tr	2,4	0,6	1,4	3,0	tr	5,8	100,2
9	64,6	0,8	16,5	5,0	tr	2,6	0,6	1,3	3,2	tr	5,5	100,1
10	63,3	0,8	17,0	5,1	tr	2,5	0,6	1,3	3,2	tr	6,3	100,1
11	62,8	0,8	17,0	5,0	tr	2,7	0,6	1,3	3,1	tr	7,0	100,3
12	63,3	0,9	17,6	5,2	tr	2,4	0,6	1,3	3,2	tr	5,6	100,1
13	62,1	0,9	17,6	5,0	tr	2,5	0,6	1,3	3,2	tr	6,7	99,9
14	61,5	0,9	17,6	5,2	tr	2,7	0,6	1,3	3,3	tr	6,9	100,0
15	61,8	0,9	17,5	5,0	tr	2,5	0,6	1,3	3,3	tr	7,5	100,4
16	61,5	0,8	16,2	5,1	tr	2,6	0,9	1,2	3,1	tr	7,7	99,4
17	63,9	0,9	17,9	5,1	tr	2,4	0,6	1,3	3,2	tr	4,8	100,1
18	63,7	0,9	17,1	4,8	tr	2,4	0,6	1,3	3,1	tr	6,3	100,2
19	62,9	0,9	17,2	5,0	tr	2,5	0,6	1,3	3,1	tr	6,8	100,3
20	62,2	0,9	17,2	5,0	tr	2,4	0,6	1,3	3,1	tr	7,0	99,7
21	62,0	0,9	17,1	5,1	tr	2,5	0,6	1,3	3,1	tr	7,2	99,8
22	63,6	0,9	18,1	4,8	tr	2,5	0,6	1,4	3,2	tr	4,6	99,7
23	63,3	0,9	17,6	5,0	tr	2,4	0,6	1,3	3,1	tr	6,0	100,2
24	62,7	0,9	17,0	5,3	tr	2,5	0,6	1,3	3,2	tr	6,6	100,1
25	62,1	0,9	17,4	5,2	tr	2,7	0,7	1,3	3,1	tr	7,0	100,4
26	63,1	0,8	17,1	5,1	tr	2,6	0,6	1,4	3,1	tr	6,5	100,3
27	64,8	0,8	17,5	5,1	tr	2,6	0,7	1,3	3,1	tr	3,8	99,7
28	63,4	0,8	17,0	5,1	tr	2,7	0,7	1,3	3,1	tr	6,0	100,1
29	63,4	0,8	17,2	5,2	tr	2,7	0,7	1,3	3,1	tr	5,9	100,3
30	63,2	0,8	16,1	5,1	tr	2,5	0,7	1,3	3,0	tr	7,1	99,8
31	62,4	0,8	16,7	5,1	tr	2,6	0,7	1,3	3,1	tr	7,2	99,9
32	64,1	0,8	17,2	5,3	tr	2,6	0,7	1,2	3,1	tr	5,1	100,1
33	62,9	0,8	16,8	5,2	tr	2,6	0,7	1,3	3,1	tr	6,5	99,9
34	61,1	0,9	17,7	5,7	tr	2,6	0,6	1,3	3,3	0,1	7,2	100,5
35	61,5	0,9	17,0	5,9	tr	2,4	0,6	1,2	3,3	0,1	7,4	100,1
36	62,8	0,9	18,2	5,4	tr	2,5	0,6	1,3	3,3	tr	5,2	100,2
37	62,6	0,9	17,5	5,9	tr	2,5	0,7	1,2	3,2	tr	5,7	100,3
38	65,8	0,8	16,4	4,6	tr	2,6	0,6	1,4	3,0	tr	4,9	100,1
39	64,1	0,8	16,8	4,9	tr	2,7	0,7	1,4	3,1	tr	5,4	99,9
40	63,5	0,8	16,8	4,9	tr	2,7	0,6	1,4	3,1	tr	6,5	100,3
41	62,4	0,8	17,1	4,9	tr	2,6	0,6	1,3	3,2	tr	7,4	100,1
42	63,7	0,9	17,5	5,4	tr	2,6	0,6	1,3	3,1	tr	5,1	100,2
43	63,0	0,9	17,2	5,3	tr	2,5	0,6	1,3	3,1	tr	5,3	100,3
44	62,8	0,8	17,1	5,1	tr	2,4	0,7	1,3	3,1	tr	6,5	99,8
Σ	63,2	0,8	17,2	5,1	tr	2,6	0,6	1,3	3,2	tr	6,1	100,1
σ	1,04	0,05	0,47	0,27		0,98	0,07	0,06	0,08		1,03	0,28
σ%	1,6	6,2	2,7	5,3		37,7	11,7	4,6	2,5		16,9	0,3

quanto sono costituiti da silt che in ogni caso prevale nettamente ($\bar{x} = 56,4 \%$) sulla frazione argillosa ($\bar{x} = 37,3 \%$) ed ancora più nettamente sulla sabbia ($\bar{x} = 6,3 \%$). Dal punto di vista mineralogico essi sono costituiti da minerali argillosi ($\bar{x} = 67 \%$), rappresentati da Ca-montmorillonite ($\bar{x} = 28 \%$), da illite diottaedrica alluminifera politipo 2M ($\bar{x} = 26 \%$), da clorite essenzialmente ferrifera ($\bar{x} = 8 \%$), da caolinite ($\bar{x} = 5 \%$), ed infine da tracce di strati misti illite/smectite con circa 35 % di strati espandibili, accompagnati da carbonati ($\bar{x} = 18 \%$), rappresentati da calcite, stechiometrica e raramente magnesifera, prevalentemente di dolomite ($\bar{x} = 3 \%$) ed ancor più su aragonite (tr.), quest'ultima presente esclusivamente in alcuni frammenti organogeni, in associazione con quarzo ($\bar{x} = 10 \%$) e feldspati ($\bar{x} = 5 \%$), quest'ultimi rappresentati da ortoclasio e da plagioclasia albite-oligoclasici, con miche, muscovite e biotite, clorite in lamine, ed infine ossidi (ematite e magnetite) ed idrossidi di Fe (goethite). Naturalmente i minerali argillosi risultano distribuiti nelle frazioni fini mentre quarzo, feldspati e carbonati di preferenza in quelle grosse. A tal proposito le quantità non trascurabili di clorite e di illite nelle frazioni a media grossezza, e di muscovite e clorite nella frazione « sand » fanno sospettare una possibile derivazione di illite da muscovite e di clorite pelitica da clorite psammitica; la quantità di calcite presente nelle frazioni fini infine fa presupporre che una buona parte di questo minerale sia dovuta a diretta precipitazione chimica. Dal punto di vista chimico i sedimenti in questione, come era da attendersi, sono costituiti da SiO_2 , Al_2O_3 ed H_2O^+ , coerentemente con la natura argillosa e quarzoso-feldspatica dei componenti mineralogici in essi presenti, accompagnati da subordinate quantità di Fe_2O_3 , K_2O , MgO , Na_2O , TiO_2 , CaO , MnO e P_2O_5 , anch'essi componenti chimici di costituenti mineralogici individuati nei campioni esaminati. Da non trascurare i contenuti di CaCO_3 ed MgCO_3 , legati essenzialmente a calcite e a dolomite, che assegnano i sedimenti in questione alla famiglia delle argille marnose. Si tratta di sedimenti essenzialmente clastici con granulometria che indica deposizione in tempi relativamente brevi, in acque relati-

vamente sottili e non lontane dalla costa.

L'analisi dei risultati tessiturali e composizionali evidenzia una certa omogeneità granulometrica, mineralogica e chimica dei campioni esaminati, l'assenza di minerali pesanti quali pirosseni, anfiboli, granati, ecc., ed infine un ambiente generale di sedimentazione, riferito anche al comportamento durante il trasporto, pressochè costante nel tempo e nello spazio, poco interessato dai processi di alterazione. Infatti a parte qualche accenno sulle superfici dei feldspati, alcuni dei quali presentano alcuni nidi di concentrazioni argillose, e qualche cenno nella presenza di strati misti illite/smectite di tipo irregolare che possono indicare una possibile trasformazione di illite in smectite, non vi sono altri segni significativi di alterazione e trasformazione, in zona di diagenesi precoce. Questi caratteri peculiari si trovano pari pari in sedimenti della stessa età affioranti in zone limitrofe e vicine: Conza della Campania (COTECCHIA et alii, 1978), Calitri e S. Andrea di Conza (DI PIERRO e MORESI, 1982), Potenza (DELL'ANNA e LAVIANO, 1981). Ciò a nostro avviso, fa pensare o allo stesso bacino di alimentazione o meglio a diversi bacini di alimentazione con la stessa composizione mineralogica e quindi ad un paesaggio prepliocenico, possibile fonte di alimentazione dei diversi bacini inframesopliocenici, dello stesso tipo litologico. E a questo punto, in relazione alla genesi dei sedimenti qui analizzati, non possiamo non essere d'accordo con DELL'ANNA e LAVIANO (1981), per i silt argillosi di Potenza, e DI PIERRO e MORESI (1982), per i silt argillosi più o meno sabbiosi di Calitri e S. Andrea di Conza, che ritengono proponibile, anche sulla base di confronti effettuati, l'ipotesi di una derivazione dei sedimenti analizzati dalla ri-elaborazione di terreni riferibili alle Marne di Toppo Capuana e/o alle peliti intercalate nel Flysch Numidico e nella Formazione di Serra Palazzo e nella Formazione della Daunian, per i cui riferimenti geologici rimandiamo al lavoro di MAGGIORE e WALSH (1975). Se i nostri sedimenti possano derivare in toto od in parte da una o da tutte le formazioni citate, saranno gli studi successivi che lo potranno evidenziare, quando saranno possibili i confronti fra i caratteri composizionali dei sedimenti inframesopliocenici e quelli, ancora

parzialmente noti, dei sedimenti da cui possono aver avuto origine. Comunque i caratteri evidenziati e le analogie, nei confronti di analoghi sedimenti di aree diverse, riscontrate sono elementi utili alla definizione della tipologia, dai punti di vista mineralogico

e geochimico, dei sedimenti argillosi dell'Appennino campano-lucano, in conformità di uno degli scopi precisi che la presente ricerca si prefigge.

Lavoro eseguito con il contributo finanziario del CNR.

BIBLIOGRAFIA

- BISCAYE P.E. (1965) - *Mineralogy and Sedimentation of recent deep sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans*. Geol. Soc. Am. Bull., 76, 803-832.
- BRADLEY W.F. and GRIM R.E. (1961) - *The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals*. Mineralogical Society of Great Britain, London, 208-241.
- BROWN G. (1961) - *The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals*. Mineralogical Society, London, 167-169, 266-276.
- COTECCHIA V., GRASSI D., MONTERISI L. (1978) - *Caratterizzazione chimico-mineralogica e geotecnica delle argille azzurre plioceniche di Conza della Campania*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 13, 379-391.
- DELL'ANNA L., LAVIANO R. (1981) - *Mineralogia delle argille plioceniche di Potenza*. Soc. Ital. Miner. Petrol., 37, 179-194.
- DELL'ANNA L. e RIZZO V. (1979) - *Argille grigio-azzurre della media valle del Crati: composizione mineralogica, granulometrica e alcune caratteristiche geotecniche*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 14, 57-86.
- DELL'ANNA L., RIZZO V., SIMONE A. (1981) - *Composizione mineralogica e granulometrica e alcune caratteristiche geotecniche delle argille infra-plioceniche della media valle del F. Crati. Caratteri distintivi delle argille in frana*. Soc. Ital. Miner. Petrol., 37, 161-178.
- DI PIERRO M. e MORESI M. (1982) - *Caratteri granulometrici, mineralogici e chimici dei sedimenti pelitici infra-mesopliocenici di Calitri e S. Andrea di Conza*. Soc. It. Miner. Petrol., 38, 353-366.
- DUNOYER DE SEGONZAC G. (1970) - *The transformation of clay minerals during diagenesis and low-grade metamorphism: a review*. Sedimentology, 15, 281-346.
- GREENE-KELLY R. (1953) - *Identification of montmorillonoids*. J. Soil Sci., 4, 233-237.
- GRIFFIN G.M. (1971) - *Interpretation of X-ray Diffraction Data*. In: *Procedures in Sedimentary Petrology* (CARVER R.E. Edit.), Wiley and Sons, New York, 541-549.
- HIECKE MERLIN O., LA VOLPE L., NAPPI G., PICCARRETA G., REDINI R. e SANTAGATI G. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: Fogli 186-187 «S. Angelo de' Lombardi» e «Mel-fi»*. Serv. Geol. d'Italia, 1-188, Roma.
- HINCKLEY D.N. (1963) - *Variability in crystallinity values among the caolin deposits of the Coastal plain of Georgia and South Carolina*. Clays and Clay Minerals, 13, 229-235.
- JOHNS W.D., GRIM R.E. and BRADLEY W.F. (1954) - *Quantitative estimations of clay minerals by diffraction methods*. Journ. Sed. Petrol., 24, 242-251.
- MAGGIORE M. e WALSH N. (1975) - *I depositi plio-pliocenici di Acerenza (Potenza)*. Boll. Soc. Geol. Ital., 94, 93-109.
- MILNER H.B. (1962) - *Sedimentary Petrography*, 1, Allen and Unwin Ed., London.
- RAISH H.D. (1964) - *Quantitative mineralogical analysis of carbonate rocks*. Texas J. Sci., 16, 172-180.
- REYNOLDS R.C. (1980) - *Interstratified Clay Minerals*. In: BRINDLEY G.W. and BROWN G.: *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray identification*. Mineralogical Society, London, 249-303.
- SCHULTZ L.G. (1964) - *Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierre Shale*. U.S. Geol. Survey Profess., Paper 391 c, 1-31.
- SHAW D.B., STEVENSON R.G., WEAVER C.E. and BRADLEY W.F. (1971) - In GRIFFIN M. - *Interpretation of X-ray diffraction data*. In *Procedures in Sedimentary Petrology*, CARVER R.E. Ed., Wiley and Sons, New York, 541-569.
- SHEPARD F.P. (1954) - *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*. J. Sed. Petrol., 24, 151-158.
- TREADWELL F.P. (1954) - *Trattato di chimica analitica*, 2. Vallardi F., Milano, 543-544.
- VELDE B. (1972) - *Origine et évolution des minéraux argileux essai d'étude expérimentale*. In: ALLÈGRE C.J. e MATTAUER M., *Structure et dynamique de la lithosphère*. Hermann Ed., Parigi.
- WEBER F., DUNOYER DE SEGONZAC G. e ECONOMOU C. (1976) - *Une nouvelle expression de la cristallinité de l'illite et des micas. Notion d'épaisseur apparente des cristallites*. Soc. Géol. Fr., 5, 225-227.