GORTANIA - Atti Museo Friul. Storia Nat.	16 (1994)	5-24	Udine, 31.V.1995	ISSN: 0391-5859

G. LENARDON, R. MAROCCO

LE DUNE DI BELVEDERE - SAN MARCO. UNA ANTICA LINEA DI RIVA ? 2) CONSIDERAZIONI SEDIMENTOLOGICHE *

BELVEDERE - SAN MARCO DUNES. AN ANCIENT COASTLINES ? 2) SEDIMENTOLOGICAL CONSIDERATIONS

Riassunto breve - In questo secondo lavoro (MAROCCO, 1991) vengono presentati i risultati di una indagine mineralogico - sedimentologica sulla piana di Aquileia tra i fiumi Aussa e Tiel. Risulta che l'agro aquileiese è caratterizzato da una serie di terreni derivanti da sottili alluvioni isontine e soprattutto da depositi di paludi e lagune. I rilievi sabbiosi dell'area presentano caratteri granulometrici e mineralogici significatamente differenti dalle attuali dune costiere del Friuli-Venezia Giulia.

Parole chiave: Sedimentologia, Dune, Friuli-Venezia Giulia.

Abstract - *This second work (MAROCCO, 1991) presents the results of a mineralogical and sedimentological study on the Aquileia plain between the Aussa and Tiel rivers. This plain is characterized by thin alluvial sediments coming from the Isonzo R., and, mainly by swamp and lagoonal deposits. The sands of this area present grain - size and mineralogical characteristics which are clearly different with respect to those of the present - day coastal dunes of Friuli and Venezia Giulia.*

Key words: *Sedimentology, Dune, Friuli-Venezia Giulia.*

Premessa

Le dune di Belvedere - San Marco e, più in generale, tutti i rilievi che costellano la bassa pianura di Aquileia, sono stati e rimangono tutt'oggi, uno dei più discussi e controversi problemi geologici dell'area costiera del Friuli - Venezia Giulia. I vecchi Autori che si sono interessati alla genesi ed alla età di questi rilievi li hanno interpretati come antichi cordoni litorali di lidi glaciali (TARAMELLI, 1875), ipotesi questa seguita anche da FERUGLIO (1925; 1936) e da COMEL (1954), con la sola distinzione del periodo della loro

* Lavoro eseguito con il contributo M.U.R.S.T. 60 % (Programma di ricerca - Geomorfologia ed evoluzione del Friuli - Venezia Giulia - diretto da F. Vaia). La parte sedimentologica-pedologica della ricerca è stata eseguita da R. Marocco; quella mineralogica da G. Lenardon.

GORTANIA - Atti Museo Friul. Storia Nat.	16 (1994)	5-24	Udine, 31.V.1995	ISSN: 0391-5859

G. LENARDON, R. MAROCCO

LE DUNE DI BELVEDERE - SAN MARCO. UNA ANTICA LINEA DI RIVA ? 2) CONSIDERAZIONI SEDIMENTOLOGICHE *

BELVEDERE - SAN MARCO DUNES. AN ANCIENT COASTLINES ? 2) SEDIMENTOLOGICAL CONSIDERATIONS

Riassunto breve - In questo secondo lavoro (MAROCCO, 1991) vengono presentati i risultati di una indagine mineralogico - sedimentologica sulla piana di Aquileia tra i fiumi Aussa e Tiel. Risulta che l'agro aquileiese è caratterizzato da una serie di terreni derivanti da sottili alluvioni isontine e soprattutto da depositi di paludi e lagune. I rilievi sabbiosi dell'area presentano caratteri granulometrici e mineralogici significatamente differenti dalle attuali dune costiere del Friuli-Venezia Giulia.

Parole chiave: Sedimentologia, Dune, Friuli-Venezia Giulia.

Abstract - *This second work (MAROCCO, 1991) presents the results of a mineralogical and sedimentological study on the Aquileia plain between the Aussa and Tiel rivers. This plain is characterized by thin alluvial sediments coming from the Isonzo R., and, mainly by swamp and lagoonal deposits. The sands of this area present grain - size and mineralogical characteristics which are clearly different with respect to those of the present - day coastal dunes of Friuli and Venezia Giulia.*

Key words: *Sedimentology, Dune, Friuli-Venezia Giulia.*

Premessa

Le dune di Belvedere - San Marco e, più in generale, tutti i rilievi che costellano la bassa pianura di Aquileia, sono stati e rimangono tutt'oggi, uno dei più discussi e controversi problemi geologici dell'area costiera del Friuli - Venezia Giulia. I vecchi Autori che si sono interessati alla genesi ed alla età di questi rilievi li hanno interpretati come antichi cordoni litorali di lidi glaciali (TARAMELLI, 1875), ipotesi questa seguita anche da FERUGLIO (1925; 1936) e da COMEL (1954), con la sola distinzione del periodo della loro

* Lavoro eseguito con il contributo M.U.R.S.T. 60 % (Programma di ricerca - Geomorfologia ed evoluzione del Friuli - Venezia Giulia - diretto da F. Vaia). La parte sedimentologica-pedologica della ricerca è stata eseguita da R. Marocco; quella mineralogica da G. Lenardon.

formazione (collocato da questi Autori rispettivamente nel Tardiglaciale e nel Recente). Questa determinazione ultima è stata ripresa poi da SEGRE (1969) e perfezionata in termini cronologici, collocandola all'acme della trasgressione Versiliana senza aver alcun riscontro cronologico in campo. Con questa genesi e con quest'ultima collocazione temporale i depositi degli alti morfologici di Aquileia sono stati poi descritti da BRAMBATI (1970; 1985).

Sondaggi stratigrafici e studi geomorfologici condotti sul territorio di Aquileia e sulla Laguna di Grado hanno messo in seria discussione la genesi litorale dei depositi che costituiscono gli antichi rilievi dunali. Per chiarire ulteriormente questa questione si è promossa una ricerca articolata in tre fasi con l'obiettivo di rivedere l'argomento sotto diversi punti di vista e fornire ulteriori e definitivi dati sull'annoso problema. Così, in una prima fase di questa ricerca si è discusso sull'aspetto geomorfologico dell'agro aquileiese con particolare riferimento ai suoi rilievi (MAROCCO, 1991); nella seconda fase, compendiata in questa nota, si tratterà degli aspetti sedimentologici e mineralogici dei depositi del territorio dell'area circumlagunare aquileiese. In una terza fase si prevede di definire, secondo recenti metodi di indagine cronologica (misure di termoluminescenza), l'età di formazione dei rilievi dunali e di trarre le conclusioni di questo studio.

Introduzione

L'obiettivo di questo lavoro è quello di definire, attraverso l'analisi dei caratteri litologici del suolo e del sottosuolo della piana aquileiese, la genesi e la provenienza dei depositi e le loro analogie o, le eventuali differenze (sedimentologiche, mineralogiche e paleoecologiche) con i sedimenti che costituiscono le attuali dune della fascia costiera. Questo per accertare, anche da un punto di vista mineralogico - sedimentologico, se i rilievi dell'agro aquileiese possano esser ascritti, come supposto da numerosi Autori ad una vecchia linea di riva di età olocenica - versiliana.

I metodi di questa ricerca sono quelli classici dello studio dei depositi di una piana alluvionale costiera. Dopo una analisi preliminare delle diverse riprese aerofotogrammetriche della piana si è proceduto ad un rilievo ragionato sul campo, volto alla individuazione di aree territoriali omogenee (aree su cui insistono fattori pedogenetici identici) e alle loro definizione, attraverso la campionatura degli orizzonti immediamente sottostanti al suolo agricolo (che mediamente presenta uno spessore di 40 - 45 cm). Inoltre, al fine di ricostruire la stratigrafia dei primi metri del sottosuolo, si sono visionati tutti i principali scavi eseguiti per motivi diversi sul terreno e, in particolare, tutte le sezioni delle principali scoline che incidono i campi coltivati. Le osservazioni così ricavate sono state con-

frontate con i 7 risultati degli studi precedenti (e, segnatamente, con i profili geognostici eseguiti da DE VARDA, BLASI & RANDICH, 1938), con le stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo effettuati dall'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste (MAROCCO, PUGLIESE & STOLFA, 1984) e con quelle dei pozzi per acqua censiti dalla Regione Friuli - Venezia Giulia (1990).

Sui campioni di sedimento si sono condotte analisi granulometriche e mineralogiche. Le prime sono state effettuate con il metodo dei setacci (frazione sabbiosa) e del sedigrafo (frazione pelitica). Per i sedimenti dunali la classificazione tessiturale adottata è quella di NOTA (1958); per i suoli si è preferito invece riferirsi alla Classificazione Internazionale U.S.D.A. I parametri statistici dei sedimenti dunali sono quelli di FOLK, WARD (1957).

Le analisi mineralogiche (minerali pesanti) sono state condotte sulla frazione sabbiosa dei sedimenti dei principali rilievi della piana di Aquileia (Collina, Cà Padovan, San Marco e Centenera) e su diversi tratti del percorso in pianura dei principali fiumi che hanno interessato l'area in esame (da Nord ad Est: Torre, Natisone, Judrio e Isonzo). La frazione di sedimento indagata è quella compresa tra 250 - 62 µm del campione tal quale e dello stesso sedimento dopo attacco acido con HCl a caldo. La separazione dei minerali pesanti da quelli leggeri è stata effettuata usando il tetrabromoetano (p.s. = 2.96). Il conteggio dei minerali pesanti è stato eseguito su almeno 300 granuli con il metodo proposto da GAZZI (1966).

Il suolo e il sottosuolo dell'agro aquileiese

Studi precedenti

Ancora scarse sono le conoscenze sui sedimenti che costituiscono il materasso sedimentario della pianura di Aquileia e dei suoi dintorni. La maggior parte di quanto si sa oggi si riferisce a situazioni puntuali definite o da sondaggi stratigrafici eseguiti a scopi scientifici o dalle stratigrafie dei pozzi d'acqua o da scavi archeologici effettuati con criteri stratigrafici. Un unico lavoro, concepito però con carattere chimico - pedologico riporta una serie di profili geognostici della bassa pianura friulana, spinti fino alla profondità di circa 8 m dal p.c. (DE VARDA et al., 1938).

Da tutti questi dati, così diversi e discontinui, emerge in generale una predominanza dei depositi sabbiosi nel sottosuolo aquileiese e, in particolare a volte un loro affioramento fino all'attuale piano campagna e, altre volte, una loro copertura con depositi più fini (sequenza positiva - *fining-upward*). Dove è stato possibile appurarlo i sedimenti sabbiosi manifestano una origine continentale. Entrando nel dettaglio si è accertato che:

- in località San Marco, immediatamente ad Ovest del piede degli omonimi rilievi (S4 di fig.1a), in un'area interessata da recente bonifica, dopo i depositi sabbioso-pelitici di ambiente lagunare (con spessore di 2.4 m) si incontra un complesso sabbioso di color beige, privo di microfaune, a prevalente granulometria fina e con diffusi resti vegetali (radici) e aggregati, sempre sabbiosi, nodulari. Alla profondità di 4.8 m dal piano campagna è presente una evidente stratificazione inclinata e, a 6.1 m dal top, una millimetrica alternanza di pelite sabbiosa, variamente colorata, con una associazione faunistica francamente continentale definita da *Succinea oblonga*, *Vertigo* s.p., *Pisidium* s.p. e *Pisidium parvulum*;

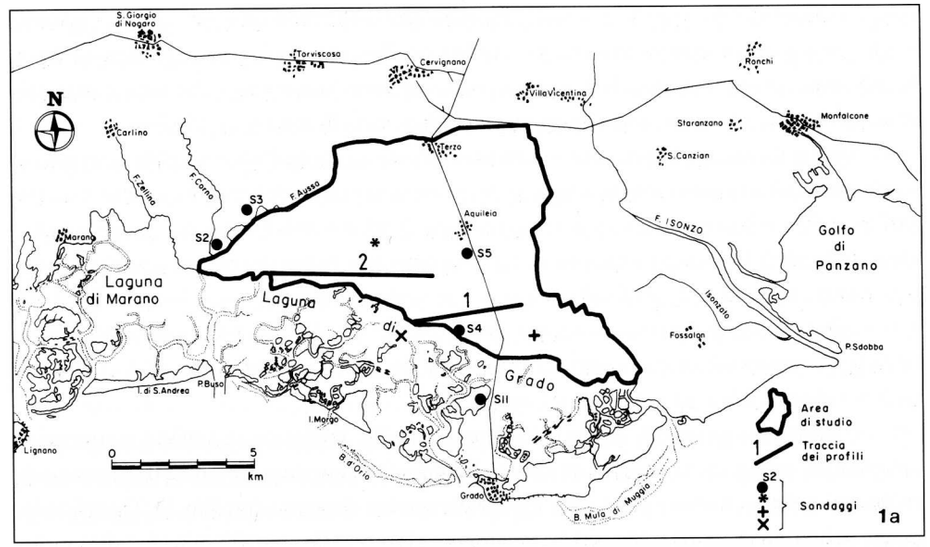
- più a Sud, nell'isola di Gorgo (S11 di fig. 1a), sotto il terreno coltivato si rinviene un corpo sabbioso (da 1.1 a 6.7 m dal p. c.), privo di micro e macrofauna, con tessitura medio-fina e diffuse sequenze mm ritmiche di sabbia grossa e ghiaietto. Si segnala, inoltre, la presenza di noduli di «maltone» (COMEL, 1951) negli orizzonti più superficiali e concrezioni colonnari in quelli inferiori. Il corpo sabbioso di origine continentale (alluvionale prossimo ad un'alveo) termina con un contatto netto su sedimenti pelitico-siltosi, grigi, dello stesso ambiente di sedimentazione fluviale (presenza di *Pisidium parvulum*), ma posto a maggior distanza dall'alveo;

- a Nord dei rilievi di Cà Padovan, in località Cà Tullio (S5 di fig. 1a), dopo un terreno agricolo disseminato da pezzi di cotto di epoca romana (circa 1.1 m dal p.c.), si incontra un lembo di sabbia media di color ocra con inclusi sparsi noduli di «maltone», che sfuma gradualmente in una pelite siltosa, compatta, di color grigio scuro, con frustoli carboniosi, cristalli di pirite, opercoli di gasteropodi e oogoni di Characeae (a circa 4.3 m dal p.c.). Più sotto, compaiono sabbie fini (prive di macrofauna), alternate a peliti siltose con faune di ambiente continentale di tipo paludoso;

- a Nord della confluenza del F. Aussa con il F. Corno (S2 e S3 di fig. 1a) il sottosuolo è costituito da depositi pelitico-torbosi costituiti essenzialmente da resti solo in parte scomposti di fragmiteti. In particolare nel sondaggio S2, dal p.c. fino a circa 2.5 m, si rinviene un intervallo di sedimenti pelitico - torbosi privi di micro e macrofauna. Sotto questo intervallo, con un contatto erosivo, si riconosce fino a 5.4 m dal p.c., una pelite compatta, di color grigio argenteo, con screziature di color vinato. Nel sondaggio S3, posto in vicinanza della roggia Mortegliana, a circa 2 km a monte del sondaggio S2, si rinvengono gli stessi depositi continentali descritti nel precedente sondaggio.

Inoltre:

- scavi archeologici eseguiti in località Cà Baredi (asterisco di fig. 1a), che hanno portato alla luce paleosuoli attribuiti al Bronzo recente, evidenziano una stratigrafia definita da un suolo agricolo di circa 45 cm, seguito da una pelite molto sabbiosa con screziature, diffuse radici e con rarissimi frammenti di Gasteropodi dulcicoli. A circa 1.7 m



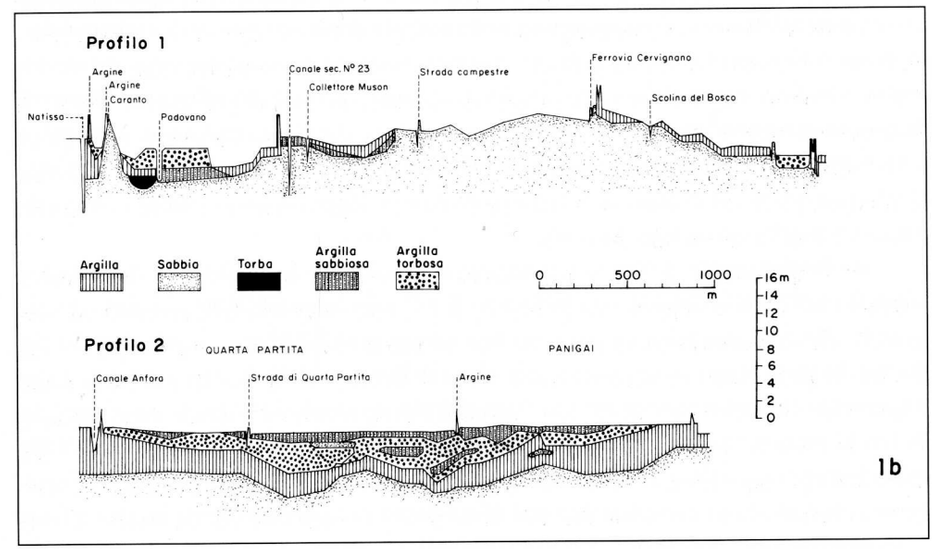


Fig. 1 - Piana di Aquileia: a) delimitazione dell'area di studio, ubicazione dei sondaggi, degli scavi stratigrafici e dei profili geognostici; b) profili geognostici ripresi da DE VARDA, BLASI, & RANDICH, (1938).

- *Aquileia plain: a) positioning of the study area, location of the borings and the strati graphic and geognostic profiles; b) geognostic profiles after* DE VARDA, BLASI, & RANDICH, *(1938).*

dal p.c., fino a 2.1 m (fine dello scavo), succede una sabbia con elevati tenori in carbonati, di color grigio e diffuse screziature. Al letto dello strato si rinvengono frammenti di microfaune e, segnatamente, Foraminiferi rimaneggiati (*Nonion* sp.), Ostracodi dulcicoli (*Candona* sp.) e Gasteropodi indeterminabili (MAROCCO & PUGLIESE, 1982).

Altre informazioni sulla conformazione del sottosuolo dell'agro aquileiese si possono ricavare dalla lettura delle stratigrafie dei pozzi d'acqua riportati da STEFANINI, CUCCHI (1976; 1977) e compendiati recentemente dalla Regione Friuli-Venezia Giulia (1990). Così, in località Centenera (crocetta di fig. 1a) dopo una coltre di sedimenti sabbiosi (dal p.c. fino a circa 3.0 m di profondità) si rinviene sabbia cementata - «maltone» - (da 3.0 a 10 m dal p.c.) con incluso un orizzonte pelitico (da 5.0 a 7.0 m). Sull'isola di Montaron (x di fig. 1a), tolto il terreno coltivato si incontra un lembo di sabbia fina (0.5 -1.5 m dal p.c.) e, infine, sabbia grossa (2.5 - 9.0 m dal p.c.).

Venendo ora ai profili geognostici riportati in DE VARDA et al. (1938), e riproposti semplificati in fig.1b, si osserva in sintesi la notevole copertura (5 - 6 m di potenza) di sedimenti pelitico-torbosi nelle aree topograficamente depresse (profilo 1). Questi sedimenti ricoprono depositi sabbiosi che vengono a giorno nelle aree più elevate (alti morfologici di profilo 2). In altri termini su una piana alluvionale contraddistinta da una sedimentazione sabbiosa, si sovrappongono, nelle aree più depresse, episodi di sedimentazione pelitico-torbosa di ambiente palustre - costiero. Contemporaneamente sugli alti morfologici i depositi sabbiosi subiscono, progressivamente, processi di pedogenesi. Degno di nota in questi profili geognostici è la presenza ad Ovest del canale Padovano, di un paleo alveo sepolto di notevoli dimensioni (L = 150 m; d = 1.8 m), più ampio e meno profondo dell'attuale alveo del F. Natissa. Analogo paleo alveo, leggermente più stretto, viene ubicato ad Est della strada Iulia Augusta.

A completamento di questa panoramica si precisa che le aree di alto morfologico ospitano suoli ben sviluppati, con profilo A, B e C (con orizzonte B di accumulo di carbonati), che si riconoscono mediamente fino ad una profondità massima di circa 70 cm dal p.c. In particolare i suoli presenti sulle dune di Belvedere e di Farella sono stati dettagliatamente studiati e confrontati con i depositi che insistono sulle attuali dune sabbiose di Grado-Primero (COMEL, 1951). Da questo confronto si evince che la particolarità delle dune dell'agro aquileiese è essenzialmente dettata dalla presenza, oltre di un acceso orizzonte rubefatto, di un orizzonte illuviale di accumulo di carbonati che dà origine ad una serie di aggregati sabbiosi denominati localmente «maltoni». Approfondendo ora questo particolare aspetto del suolo aquileiese si è osservato che gli aggregati sabbiosi si presentano sotto diversi aspetti:

- a forma nodulare (grumi), facilmente disgregabili con le dita e dimensioni centimetriche;

- a forma colonnare di dimensioni centimetriche e più tenaci dei precedenti;
- a forma di liste o aggregati lamellari che possono raggiungere potenze da centimetriche a decimetriche ed estensione discontinua, fino al metro ed oltre. Mentre i noduli di «maltone» si rinvengono caoticamente distribuiti su tutto il corpo sabbioso anche al di sotto del suolo attuale, le liste di «maltone» sembrano esser legate al solo tratto superficiale dell'affioramento (vedi foto MAROCCO, 1991). Le forme colonnari, invece, si rinvengono generalmente al di sotto delle liste e sembrano esser legate alla percolazione delle acque ricche in carbonati nei fori di radici.

Per quanto concerne le aree pianeggianti COMEL (1954) individua principalmente tre diverse tipologie di terreno (fig. 2) oltre a quelle sopradefinite per i rilievi dunali:

- una serie o famiglia di terreni prevalentemente sabbiosi di recente alluvione;
- terreni sabbioso - argillosi con rari ciottoli;
- terreni della zona archeologica di Aquileia, connessi a suoli antropici. Più in dettaglio l'Autore suddivide l'area in sottozone contraddistinte da caratteri pedologici macroscopici, nel seguente modo:
- terreni sabbioso-argillosi con rari ciottoli che si estendono nelle località Muruzzis, San Martino di Terzo e Terzo;

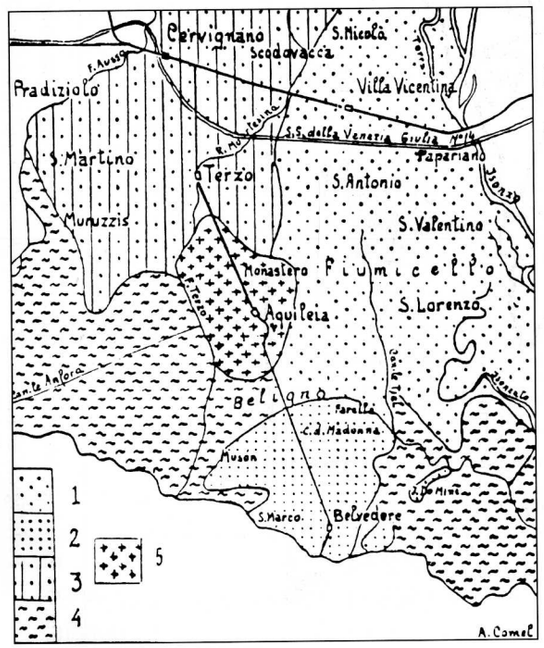


Fig. 2 - Schizzo pedologico della zona fra l'Isonzo e l'Aussa (da COMEL, 1954): 1- Terreni prevalentemente sabbiosi di recente alluvione dell'Isonzo; 2- Terreni sabbiosi di antiche dune; 3- Terreni sabbioso-argillosi con radi ciottoli; 4- Terreni in parte ancora organici in zona di bonifica; 5- Terreni della zona archeologica di Aquileia.

- *Sketch pedological map of the area between the Isonzo and Aussa Rivers (from* COMEL, *1954): 1- Mainly sandy soils of recent alluvial plain of the Isonzo River; 2- Sandy soils of ancient dunes; 3- Sandy-clayey soils with rare gravel; 4- Partly organic soils in reclamation zone; 5- Soils of the archeological zone of Aquileia.*

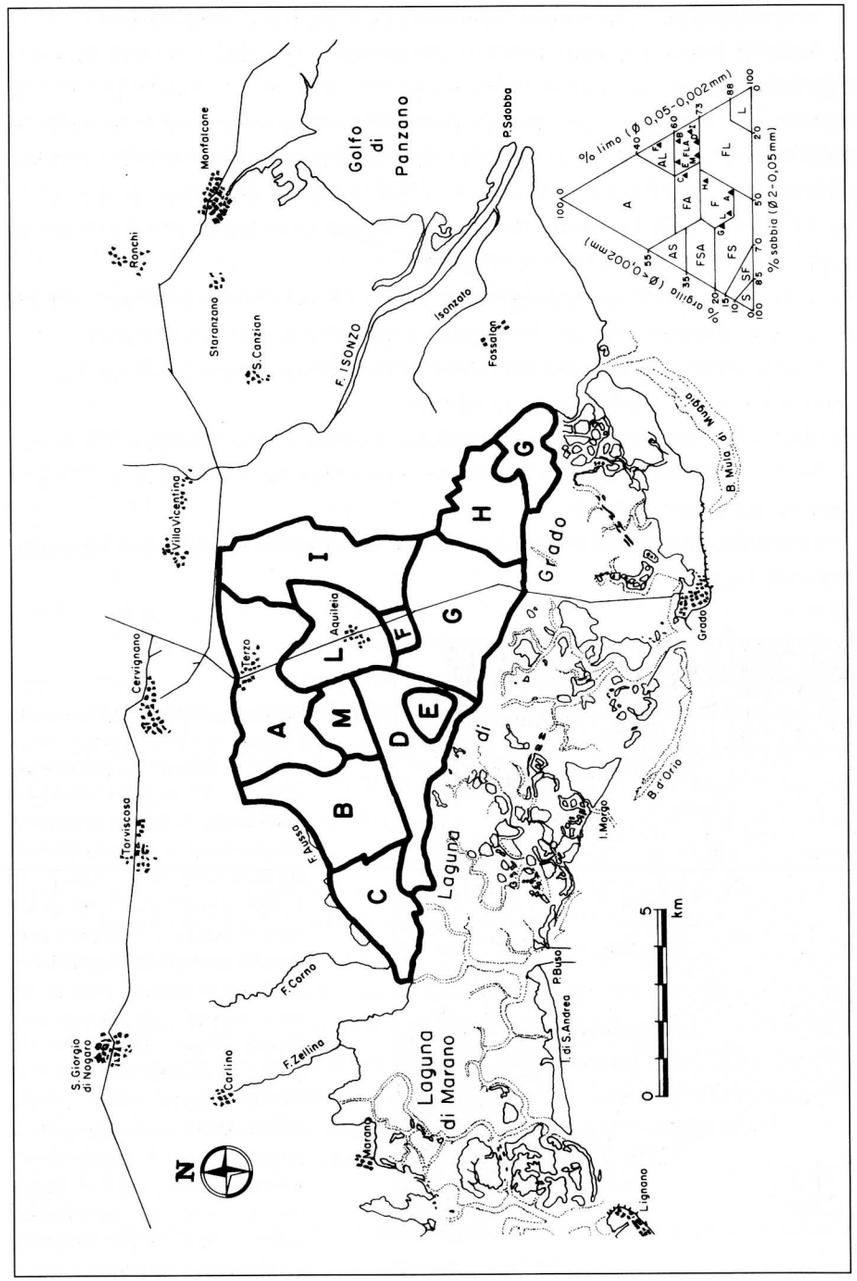


Fig. 3 - Zonule pedologiche della piana di Aquileia e diagramma triangolare delle classi tessiturali (U.S.D.A.).
- *Pedological zonization of the Aquileia plain and Sand-Silt- Clay diagram of soils (U.S.D.A.).*

- terreni sabbioso-limosi biancastri o leggermente giallognoli con ciottoli; si estendono nelle località S. Antonio, S. Valentino, S. Lorenzo fino all'idrovora Viola;

- una zona che va fino al Ponte Rosso, a NE fino a Monastero, a Mezzogiorno fino allo stradone che collega Aquileia a S. Lorenzo, e a Sud, fino alla località Beligna. Questa zona è contraddistinta da terreni cosparsi di cocci, frammenti e ciottoli risalenti alle antiche costruzioni di Aquileia;

- terreni argillosi con una tipica colorazione bluastra, propria dei terreni di bonifica che sono stati lungamente sottoposti a ristagno d'acqua; questa zona si estende in tutta la località Salmastro, fino a Beligna, escludendo le località Muson, per riprendere poi, ad Est di Belvedere, fino al canale Zemole.

Rilievi in campo

Nell'area in studio sono state individuate dodici zone (o zonule) che possono esser raggruppate in tre grandi famiglie di terreni:

- una prima famiglia che comprende le zonule B, C, D, E, F, I e M di fig. 3. Viene definita da depositi con una tessitura franco limoso argillosa, franco argillosa ed argilla limosa;

- una seconda famiglia che assomma le zonule A, H e L di fig. 3, con una componente sabbiosa più elevata rispetto alla precedente famiglia (tessitura franco);

- una terza ed ultima famiglia, che comprende la zonula G e quella dei rilievi sabbiosi di Collina, Cà Padovan, San Marco e Centenera (tessitura franco sabbiosa e sabbia).

A completamento di questa prima descrizione dei terreni dell'agro aquileiese, si fa presente che ad eccezione dei terreni dei rilievi dunali che si differenziano nettamente da quelli circostanti, i rimanenti terreni istituiti in questo studio presentano caratteri pedologici di variazione minima, legati essenzialmente alla loro originaria derivazione da alluvioni pelitico-sabbiose, da depositi pelitici di paludi ed acquitrini prossimi alla laguna o da depositi lagunari bonificati.

Nel dettaglio, l'analisi superficiale del terreno e quella dello strato posto sotto il suolo agricolo ha messo in evidenza che molti terreni macroscopicamente diversi in superficie, risultano del tutto simili in profondità. Questo fatto viene quasi sempre accentuato dalla presenza di ciottoli o di ghiaie che si rinvengono solamente in superficie.

I terreni, differenziati essenzialmente in base al colore, tessitura (a stima visiva verificata poi con le analisi granulometriche di Tab. I), grado di umidità, screziature e presenza di inclusi, sono stati distinti arealmente in :

- zonula A, dove si rinvengono terreni a prevalente tessitura sabbioso-pelitica con rari ciottoli calcarei di dimensioni centimetriche, particolarmente evidenti a ridosso delle

strade e dei fossati (alloctoni?). Questi terreni presentano un colore uniforme grigio scuro (2.5 Y 5/2 della Munsell Soil Color Charts) e trovano la loro ubicazione nella parte centro-settentrionale dell'area in esame e, più specificatamente, in località Manolet, Muruzzis, San Martino di Terzo di Aquileia, Terzo di Aquileia, Ronchi, Ronchetti e S. Zili. L'area dove si rinvengono questi terreni è posta sopra il livello del mare e degrada dolcemente, a meridione, fino alla quota zero. Trattasi di un breve tratto di pianura a dolce pendenza che facilita il deflusso superficiale delle acque. La zonula ospita terreni agricoli coltivati prevalentemente a colture cicliche di mais, frumento e soia.

Parent material: alluvioni sabbioso-pelitiche;

- zonula B, con terreni che confinano con il limite orientale con la precedente e che si sviluppano nell'area che da Collina va fino alla località Cà Baredi e, a Nord, fino all'argine del fiume Aussa. L'area presenta quote poste quasi sempre sotto il livello del mare tranne che per alcuni zone in relativo rilievo che trovano la loro massima espressione nella «duna» di Collina (toponimo molto significativo), che verrà trattata a parte. I terreni che costituiscono questa zonula sono mediamente a tessitura pelitico-sabbiosa, con frazione sabbiosa ancora ben distinguibile ad occhio nudo, anche se in percentuali inferiori rispetto alla precedente zonula A. Presentano colori non uniformi, con una predominanza di tinte grigio-oliva (5 Y 4/2), con saltuarie screziature, e inclusi di varia natura e dimensione (sia ciottoli calcarei che cotti di età romana). Nell'interno dei terreni si rinvengono gusci di Lamellibranchi e Gasteropodi, anche in frammenti, ubicate, di regola, nelle strette vicinanze del fiume Aussa e del Canale Anfora (*Cerithium vulgatum, Cerastoderma glaucum* e *Loripes lacteus*). Anche questo è un terreno agricolo coltivato a cicli di frumento, mais e soia, ma soprattutto a vigneti e frutteti.

Parent material: alluvioni pelitico-sabbiose e depositi di aree paludose;

- zonula C, con terreni che confinano con la zonula B e si estendono in tutta la località Salmastro fino al limite della laguna, in un'area definita da quote negative. I terreni che vi si rinvengono presentano una tessitura francamente pelitica, con frazione sabbiosa subordinata. Si osservano, inoltre, colori scuri (2.5 Y 4/2), venature biancastre e screziature e piccoli grumi di materiale torboso. I ciottoli che si rinvengono sono molto radi e quasi sempre calcarei, mentre sono molto più numerosi i frammenti di Gasteropodi (*Cerithium vulgatum*), che aumentano progressiivamente avvicinandosi al margine lagunare. Sono terreni agricoli nei quali vengono coltivati a cicli continui mais, soia e frumento.

Parent material: depositi di aree paludose e lagunari;

- zonula D, con terreni pelitici con abbondante frazione siltosa, ubicati in aree depresse, con quote fino a 2 m sotto il livello del mare. Sono presenti in tutta la Bonifica IV Partita, in Borgo Brunner, in località C. Pantiera e C. Trebano e arrivano fino alla gronda lagunarre. Sono terreni scuri (2.5 Y 3/2), con macchie chiare in corrispondenza di grumi di calce, che viene adoperata per rinsanamento del suolo. A differenza dei precedenti terreni, il contenuto in sabbia diminuisce vistosamente da Nord a Sud, in favore del silt. Nel loro interno si riconoscono grumi millimetrici di color bianco, frammenti di Gasteropode del genere prima citato, che aumentano avvicinandosi agli argini del Canale Anfora e della laguna. La coltivazione preponderante è quella della soia con cicli di frumento.

Parent material: depositi di aree paludose e lagunari;

- zonula E. E' una ulteriore suddivisione della zonula D che trova la sua migliore definizione in località Panigai, in un'area con quote negative e sporadici rilievi. I terreni di questa zonula presentano una tessitura essenzialmente pelitica, con frazione siltosa preponderante e minimo contenuto in sabbia. Il colore è scuro (10 Y 2/1). Si osservano inoltre grumi neri di torba e livelli millimetrici di venature di color ocra (livelletti di sabbia); raramente le concrezioni diventano più rossastre. Rarissima la presenza di *Cerithium vulgatum* rinvenute soprattutto in prossimità della laguna. Assenza di ciottoli. Anche quì la coltura preferenziale è il cereale, nei suoi diversi cicli.

Parent material: depositi di aree paludose e lagunari;

- zonula F, con terreni francamente pelitici, molto umidi e gommosi, ubicati in un'area molto circoscritta fra C. Tullio e l'idrovora Padovan che presenta quote prossime al l.m.m. Si rinvengono nel loro interno molti livelletti di sostanza organica nera, in fase decompositiva non molto avanzata, con piccole screziature. Non sono presenti resti organogeni, radi i ciottoli, di varia natura e dimensione, chiaramente alloctoni. Il colore è scuro (5Y 3/1). Si coltivano maggiormente i cereali.

Parent material: alluvioni pelitiche e depositi paludosi;

- zonula G, che si estende dalla località Beligna al margine lagunare e, più ad oriente, nella località Valle Dossi. Topograficamente questa zona è contraddistinta da quote prossime allo zero, ma con una certa prevalenza di quote lievemente positive. I terreni che la definiscono sono sabbioso-pelitici, con frammenti organogeni molto radi (*Cerithium vulgatum*) che risultano esser rimaneggiati (non autoctoni) come anche i ciottoli. Il colore del terreno è grigio scuro (10 YR 4/3). E' coltivato a cereali, ma anche ad alberi da frutta, vigna e bosco.

Parent material : alluvioni sabbioso-pelitiche, depositi paludosi e lagunari;

- zonula H che è inclusa nella fascia di terreno precedentemente descritto e si estende nella località La Vallata, Soris e Dossi, su aree ubicate quasi sempre su quote prossime allo zero. Presenta terreni a contenuto abbastanza simile, in percentuale, delle diverse frazioni (sabbia, silt, argilla), con colori scuri (2.5 Y 4/2) e venature più chiare in corrispondenza della sabbia. Nel suo interno si riconoscono marcate screziature. Viene coltivato essenzialmente a soia.

Parent material : depositi paludosi e lagunari;

- zonula I che si individua ad Est della strada Iulia Augusta, dalla località Beligna alle località S. Lorenzo, Strazonara e S. Valentino, in un'area definita da quote positive. Presenta terreni pelitici molto fini, con una notevole quantità di ciottoli di natura calcarea (si presume autoctoni) distribuiti a macchia di leopardo. All'interno del terreno non sono presenti concrezioni. Il colore è omogeneo (5Y 3/2). La coltura preferenziale è l'albero da frutta, di tutti i tipi; esitono però piccole zone coltivate anche a cereali.

Parent material: alluvioni pelitico-sabbiose;

- zonula L, definita da terreni pelitici molto sabbiosi, che si estendono su tutta la zona archeologica di Aquileia dove si registra una sola variazione evidente del contenuto in cocci e laterizi, ma nessuna variazione macroscopica di colore e grana del terreno. Si segnala la presenza di Gasteropodi (*Murex* e *Truncularíopsis*) utilizzati dai romani per la produzione di porpora in località Ponte Rosso. Il colore del terreno è 10 YR 6/2. La coltivazione è molto varia, e abbraccia quasi tutti i tipi di coltura precedentemente menzionati.

Parent material: alluvioni pelitico-sabbiose;

- zonula M viene definita da un'area molto ristretta che si estende dalla località Schiuzza fino alla Bonifica III Partita, a quote a cavallo del l.m.m. Presenta un terreno molto scuro (5 Y 2.5/2), tenace se umido, se asciutto si scompone in minute scaglie. Tessituralmente questo terreno si può definire pelitico, con frazione siltosa che supera quella argillosa e sabbiosa, nell'ordine. Nel suo interno non si distinguono nè concrezioni nè inclusi di alcun genere. Viene coltivato escusivamente a cereali.

Parent material: alluvioni pelitico-sabbiose.

I sedimenti degli alti morfologici

I sedimenti di Collina, San Marco, Cà Padovan e Centenera (fig. 1a) sono sabbie, prevalentemente calcaree con una minima componente quarzosa. Hanno una granulometria medio-fina, una classazione media, una colorazione grigio - beige (10YR 7/3) e sono

Terreno	%Sabbia	%Silt	%Argilla
Zonula A	39.20	46.13	14.67
Zonula B	7.01	53.20	39.79
Zonula C	29.61	38.55	31.79
Zonula D	12.18	55.88	31.94
Zonula E	8.03	51.30	40.67
Zonula F	2.00	52.92	45.08
Zonula G	51.03	35.26	13.71
Zonula H	31.26	47.91	20.83
Zonula I	6.09	60.10	33.81
Zonula L	43.81	45.03	11.33
Zonula M	13.81	52.58	33.61
Rilievi			
Collina	95.20	4.80	/
Ca' Padovan	94.20	5.90	/
San Marco	89.30	10.70	/
Centenera	95.20	4.80	/

Tab. I - Percentuali in peso del contenuto in Sabbia, Silt e Argilla dei terreni e dei rilievi della piana di Aquileia.
- *Weight percentages of the contents of sand, silt and clay of soils and reliefs of the Aquileia plain.*

prive di una frazione organogena. Dall'analisi granulometrica (Tab. I) si evince che i depositi presentano una notevole componente sabbiosa (89 - 95 %), con sabbia media che prevale su quella fina e grossa, ed una leggera componente pelitica costituita totalmente da silt. La frazione granulometrica modale di questi depositi varia da 1.7 a 2.3 (300 - 210 µm; località Collina e Centenera) a 2.7 - 3.3 (150 - 105 µm; località Cà Padovan e San Marco). I valori del granulo terrigeno più grosso (C - I Percentile) variano da 0.2 a 0.7 (850 - 600 µm).

Rispetto ai depositi dunali del litorale dell'Alto Adriatico (da Rosolina a Monfalcone) e alle spiagge del Friuli-Venezia Giulia (fig. 4), le sabbie dei rilievi di Aquileia sono di simili dimensioni medie, ma peggiormente classate rispetto alle prime. In dettaglio le sabbie dei rilievi di Aquileia presentano una classe modale e valori di C diversi da quelli che contraddistinguono i depositi del litorale Alto Adriatico. Infatti, mentre le dune litorali presentano una classe modale essenzialmente conpresa tra 165 - 195 µm e un valore medio di C di 312 µm, i depositi dell'agro friulano presentano valori rispettivamente di 210 - 300 o 105 - 150 µm e per C valori oscillanti da 600 a 850 µm.

Soprattutto da questi ultimi dati si può dedurre una improbabile origine eolica di questi depositi. Inoltre, mentre i depositi eolici litorali presentano una tipica associazione di Foraminiferi (*Migliolidae, Rotalidae e Cibicides*), i depositi degli alti morfologici della piana di Aquileia sono sterili. Tutti questi dati possono esser ritenuti non sufficienti per

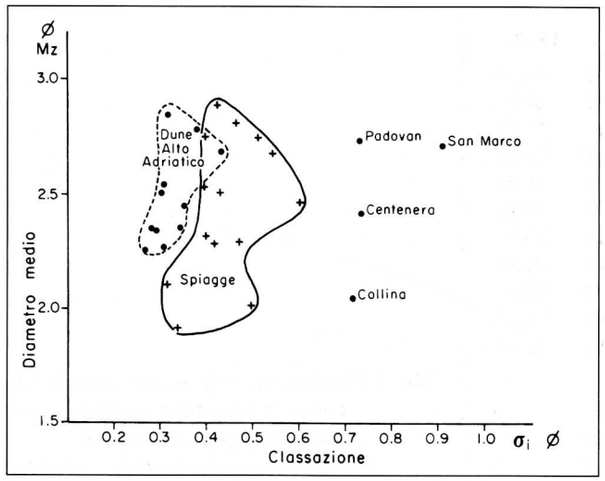


Fig.4 - Diagramma Diametro medio - Classazione dei sedimenti di spiaggia e di duna dell'Alto Adriatico e dei depositi dei rilievi della piana di Aquileia.
- *Mean - Standard Deviation diagram of beach and dune sediments of the northern Adriatic Sea and of reliefs of the Aquileia plain.*

definire senza l'ombra di dubbio l'origine dei depositi della piana friulana, ma, nell'insiesieme, permettono almeno di dubitare fortemente sulla loro origine litorale-eolica.(1)

Mineralogia e provenienza dei depositi dei rilievi di Belvedere - San Marco

Tutti i dati ricavati dalle analisi mineralogiche eseguite sulla frazione sabbiosa dei sedimenti (minerali pesanti) sono stati riportati nelle seguenti Tabb. II e III. L'ubicazione dei campioni di sedimento fluviale viene visualizzata nella fig. 5. Si specifica che su alcuni campioni di sedimento fluviale e su tutti i campioni di sedimento dei rilievi indagati sono state condotte le stesse analisi previa eliminazione dei carbonati. I risultati di queste ultime analisi messe a confronto con le prime (campione tal quale), mostrano sensibili differenze percentuali dei minerali maggiormente presenti nel sedimento (aumento dello zircone, diminuzione dell'orneblenda, granato e picotite) senza modificare la gamma o lo spettro mineralogico ricavato in base alle analisi sul tal quale.

A commento delle Tabelle si rileva che, seppur rimane pressochè costante l'associazione mineralogica dei minerali pesanti, con evidente tracce di inquinamento antropico attuale (evidenziate dalla presenza di corindone e olivina), risultano per alcuni minerali alcune sensibili variazioni in percentuale che possono esser ritenute significative ai fini di una prima discriminazione dei bacini fluviali di afferenza.

(1) Gerald M. Friedman, uno dei sedimentologi più ascoltati degli anni '70 così rispondeva a dei giovani ricercatori che contrastavano l'origine eolica di alcuni depositi da lui studiati: se voi prendete come esempio di femminilità le fattezze di Laura Antonelli, vi posso allora assicurare che io ho vissuto per vent'anni con una non donna in quanto, mia moglie non assomiglia alla celebre attrice italiana.

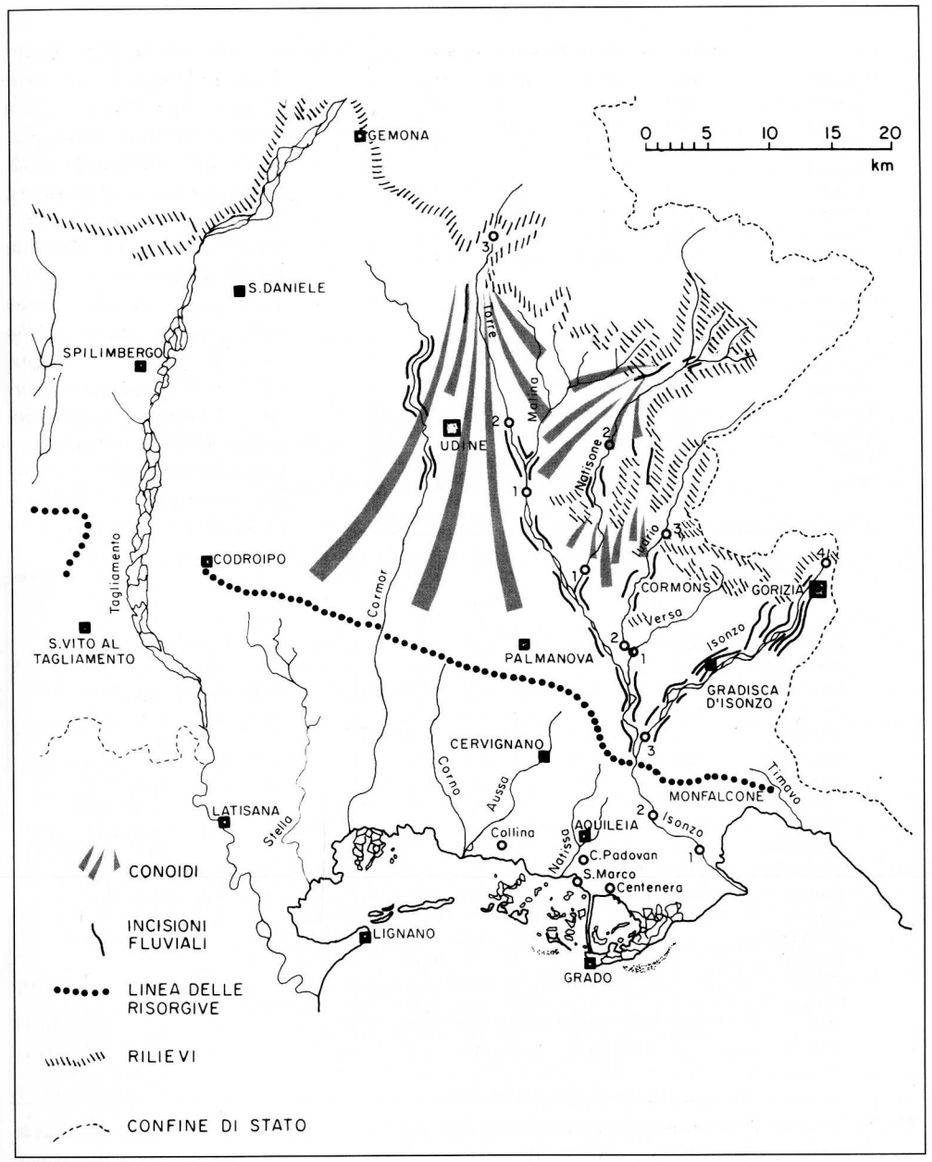


Fig. 5 - Schizzo del versante orientale della pianura friulana e ubicazione delle stazioni di campionatura dei sedimenti fluviali.
- *Sketch map of the eastern side of the Friuli alluvial plain and location of the samples of fluvial sediments.*

	Collina	Ca' Padovan	San Marco	Centenera
Zircone	10,1	19,7	12,9	22,0
Orneblenda	9,4	1,8	7,5	9,0
Brookite	4,4	14,1	10,6	6,7
Rutilo	1,9	5,2	4,9	3,1
Anatasio	/	/	/	/
Staurolite	3,1	1,1	0,9	1,6
Epidoto	13,8	6,7	8,4	7,0
Tormalina	1,2	1,1	2,6	2,3
Granato	32,8	39.9	40,8	29.9
Cloritoide	/	/	tr	/
Corindone	/	/	/	/
Picotite	0,6	3,7	/	/
Titanite	1,9	0,4	1,3	0,8
Sillimanite	/	/	/	/
Baritina	/	/	/	/
Cianite	/	/	tr	/
Olivina	/	/	/	/
CPX	20,2	4,5	9,3	13,3
OPX	0,6	1,8	/	2,7

Tab.II - Percentuali dei minerali pesanti dei sedimenti dei rilievi di Aquileia. tr = Tracce, CPX = Clinopirosseno (Augite, Titanaugite e Diopside), OPX = Ortopirosseno (Iperstene), Corindone: di provenienza antropica, Epidoto: Pistacite + Clinozoisite.

- *Percentages of the heavy metals of the reliefs of the Aquileia plain tr = Traces, CPX = Clinopirosseno (Augite, Titanaugite and Diopside), OPX = Ortopirosseno (Iperstene), Corindone: antropic provenance, Epidoto: Pistacite + Clinozoisite.*

	Judrio			Torre			Isonzo				Natisone	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2
Zircone	24,0	13,0	15,1	19,1	12,5	8,5	28,2	66,0	54,0	29,0	16,3	20,6
Orneblenda	2,9	3,9	5,0	2,7	5,0	6,6	6,7	2,4	3,6	8,5	3,9	5,8
Brookite	4,9	\	4,2	2,0	8,7	0,9	1,0	tr	0,6	2,6	0,6	2,7
Rutilo	4,6	2,6	2,5	2,0	6,2	9,5	1,9	tr	0,6	2,6	1,6	2,7
Anatasio	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	0,6	\
Staurolite	0,6	\	0,8	3,4	1,3	\	0,5	1,2	\	2,0	\	\
Epidoto	5,7	7,8	10,9	4,7	3,8	4,8	11,5	6,3	6,7	11,3	8,0	13,1
Tormalina	4,6	5,2	7,6	4,1	9,9	2,8	4,3	1,5	2,4	3,3	1,6	5,0
Granato	28,0	37,7	29,4	13,7	12,5	19,8	21,1	13,4	9,1	19,8	17,4	32,4
Cloritoide	2,3	2,6	1,7	2,0	\	0,9	\	\	\	\	0,6	9,5
Corindone	2,3	2,6	18,6	8,2	3,8	3,7	2,4	0,8	1,8	4,6	\	\
Picotite	13,6	15,6		22,5	28,7	22,7	6,7	2,8	3,6	8,5	45,5	15,3
Titanite	0,6	\	\	\	\	1,9	0,5	1,2	\	2,6	2,8	0,5
Sillimanite	\	\	\	0,7	1,3	\	\	\	\	\	\	0,5
Baritina	\	6,4	\	\	\	11,4	\	\	\	\	\	\
Cianite	\	\	\	\	\	\	0,5	\	\	\	0,6	\
Olivina	\	\	\	8,2	\	3,7	1,4	2,8	17,6	\	\	\
CPX	6,8	2,6	3,4	6,8	5,0	2,8	3,3	0,8	\	4,6	0,6	0,9
OPX	\	\	0,8	\	1,3	\	\	\	\	0,6	\	\

Tab.III - Percentuali dei minerali pesanti dei sedimenti dei fiumi Torre, Natisone, Judrio e Isonzo. tr = Tracce, CPX = Clinopirosseno (Augite, Titanaugite e Diopside), OPX = Ortopirosseno (Iperstene), Corindone: di provenienza antropica, Epidoto: Pistacite + Clinozoisite.

- *Percentages of the heavy metals of the sediments of the Torre, Natisone, Judrio and Isonzo Rivers. tr = Traces, CPX = Clinopirosseno (Augite, Titanaugite and Diopside), OPX = Ortopirosseno (Iperstene), Corindone: anthropic provenance, Epidoto: Pistacite + Clinozoisite.*

Così i depositi dei rilievi dell'agro aquileiese presentano affinità mineralogiche tra loro mentre si discostano sensibilmente dagli altri fiumi indagati. A questa conclusione si arriva anche applicando i tradizionali metodi di *cluster analysis* delle indagini statistiche multivariate (fig. 6). Entrando nel dettaglio si rileva che il minerale che meglio discrimina gli apporti degli attuali fiumi che gravitano o che hanno gravitato nell'area in esame e i depositi dei rilievi, sembra essere la picotite. Questo minerale è contenuto in minima percentuale nei depositi dei rilievi aquileiesi e nel tratto più a monte del percorso del F. Isonzo, mentre diventa prevalente nei sedimenti dei fiumi Torre, Natisone e Judrio. Lo stesso minerale raggiunge percentuali significative nei depositi del F. Isonzo solamente a valle della confluenza del F. Torre.

Da studi precedenti (GAZZI et al., 1973) si è già appurato che i sedimenti che si estendono lungo la fascia costiera dal delta dell'Isonzo a Lignano si contraddistinguono per una relativa abbondanza di granato e picotite mentre i lidi del delta del fiume Tagliamento presentano maggiori valori di granato e minimi valori di picotite.

Partendo da questi dati si deduce che:

- i rilievi dell'agro aquileiese non posseggono le percentuali di picotite tipiche dei depositi litorali attuali;
- gli stessi rilievi presentano valori di picotite simile a quella delle alluvioni isontine, prima della loro commistione con le alluvioni del Torre, Natisone e Judrio;
- i depositi litorali attuali del Friuli - Venezia Giulia hanno valori di picotite prossimi a quelli del Torre, Natisone e Judrio e a quelli isontini solamente dopo la confluenza con i fiumi prima citati.

Questi dati portano a delle interessanti considerazioni che possono fornire ulteriori ragguagli sulla dispersione litorale della costa bassa del Friuli - Venezia Giulia e sulle diversioni fluviali che hanno interessato l'area in esame. Vediamone alcune. La presenza della picotite nei depositi litorali attuali può derivare o da un unico processo di dispersione che da Est verso Ovest interessa tutti gli apporti attuali isontini, oppure da un limitato processo di dispersione, sempre nello stesso verso, che interessa sempre gli stessi apporti in un tratto di costa molto ristretto, e da un rimaneggiamento in loco di antichi depositi fluviali dell'area di competenza del Torre. Questa seconda ipotesi sembra più verosimile in quanto conferma le ipotesi di dispersione formulate a suo tempo da BRAMBATI (1970) e verificate in seguito dal punto di vista sedimentologico da BRAMBATI, CATANI, MAROCCO (1981).

Di certo il basso contenuto in picotite dei depositi degli alti morfologici di Belvedere - San Marco non favorisce l'ipotesi di una loro derivazione da una antica linea di costa, mentre porta sempre più a ritenere una loro dipendenza dagli apporti isontini quando questi

non erano commisti con quelli del Torre, Natisone e Judrio. In altri termini lo scenario che si prospetta per l'agro aquileiese sulla base di questi dati è quello di una appartenenza ad un grande conoide che si sviluppava da Collina a Centenera, che era determinato dalle divagazioni del F. Isonzo quando questo non beneficiava dei contributi del F. Torre. Questo ultimo fiume gravitava più ad Ovest del percorso attuale e solo in tempi recenti ha interessato la piana di Aquileia a causa di una o più diversioni verso Est. Se il motore che ha azionato questi meccanismi di diversione e «catture» fluviali è, come sembra essere, l'attività tettonica lungo la «linea di Palmanova», allora, attraverso la composizione mineralogica degli apporti fluviali e dei sedimenti della piana alluvionale, opportunamente datati, si potrebbe risalire all'età dell'attività tettonica nell'area investigata.

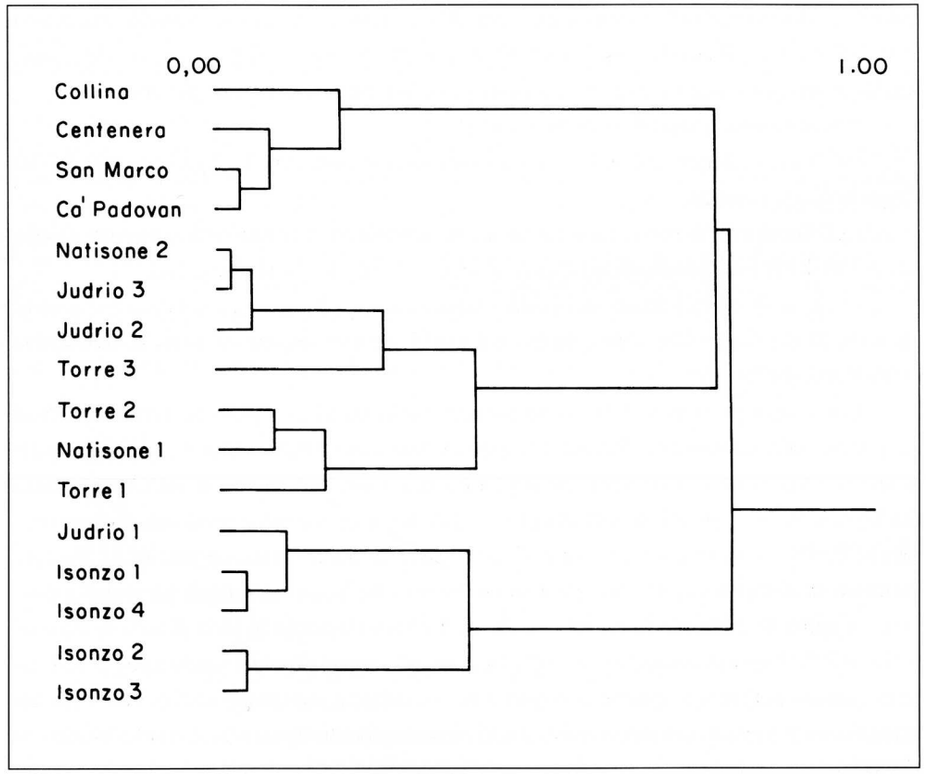


Fig. 6 - Cluster analysis dei campioni di sedimento fluviale e dei depositi dei rilievi della piana di Aquileia.
- *Cluster analysis of the fluvial sediments and of the deposits of the reliefs of the Aquileia plain.*

Così si darebbe finalmente risposta all'annoso problema della paleogeografia del territorio di Aquileia in età preistorica e romana, aggiungendo un nuovo capitolo al mirabile lavoro di COMEL (1931). Cosa che ci si propone di fare con il proseguo della ricerca.

Manoscitto pervenuto il 3.V.1994.

Ringraziamenti

Si ringrazia per la collaborazione la Dott. Barbara Olivo.

SUMMARY - After the geomorphological study of the Aquileia plain and, mainly of its reliefs, this second work presents new mineralogical and sedimentological data in the same area. The Aquileia plain consists of different pedological zones composed of sandy - pelitic alluvial sediments and of coastal swamps and lagoon which have been recenty reclaimed. The sediments of the reliefs of the plain don't not show grain - size affinites with the sediments of the beaches of northern Adriatic Sea or with those of the dunes of present-day coastline of Friuli-Venezia Giulia. In addition, from the mineralogical point of view, the deposits of reliefs of the Aquileia plain show a marked difference from the present-day littoral sand, while their composition is similar to that of the sands of the Isonzo River before their commissure with those of the Torre R. Picotite results so be the main mineral which characterises the alluvial sediment of the two rivers. It is present in large amounts in the deposits of the Torre, Natisone and Judrio Rivers, and in the littoral sands of Friuli-Venezia Giulia. On the others hand it is present in very reduced quantities in the sandy reliefs of the Aquileia plain and in the deposits of the Isonzo R, before their commissure with those of the Torre-Natisone-Judrio Rivers.

Bibliografia

BRAMBATI A., 1970 - Provenienza, trasporto e accumulo dei sedimenti recenti nella laguna di Marano e di Grado e nei litorali tra i fiumi Isonzo e Tagliamento. *Mem. Soc. Geol. It.*, 9: 281-329.

BRAMBATI A., 1985 - Modificazioni costiere nell'arco lagunare dell'Adriatico Settentrionale. *Ant. Altoadriatiche*, 27, Studi Jesolani: 13-47.

BRAMBATI A., CATANI G. & MAROCCO R., 1981 - Il litorale sabbioso del Friuli - Venezia Giulia: trasporto, dispersione e deposizione dei sedimenti della spiaggia sottomarina. *Boll. Soc. Adr. Sc.*, LXV: 1-32.

COMEL A., 1931 - Ricerche preliminari per l'indentificazione naturale del corso del Natisone presso Aquileia Romana. *Aq. Nostra*, X: 24-46.

COMEL A., 1951 - Ricerche pedologiche sulle dune di Belvedere (Aquileia) e di Grado. *N. Ann. Ist.*

Chim. Agr. Sper., Gorizia, 2: 135-143.

COMEL A., 1954 - Monografia sui terreni della pianura friulana. I, Genesi della pianura orientale costruita dall'Isonzo e dai suoi affluenti. *N. Ann. Ist. Chim. Agr. Sper.*, Gorizia, 5, pp. 288.

DE VARDA A., BLASI F. & RANDICH G., 1938 - Studio chimico agrario dei terreni delle bonifiche dell'agro aquileiese e del territorio ad oriente fino all'Isonzo. *Ann. Sper. Agr.*, XXVII, pp. 55.

FERUGLIO E., 1925 - La zona delle risorgive del Basso Friuli fra Tagliamento e Torre. *Ann. Staz. Chim. Agr. Sper.*, Udine, pp 34.

FERUGLIO E., 1936 - I sedimenti marini nel sottosuolo della bassa pianura friulana. *Boll. Soc. Geol. It.*, 55: 129 - 138.

FOLK R.L. & WARD W.C., 1957 - Brazos River Bar: a story in the significance of the grain size parameters. *Journ. Sed. Petr.*, 27: 3-26.

GAZZI P., 1966 - Sulla determinazione microscopica della composizione mineralogica e granulometrica delle rocce, in particolare delle arenarie e delle sabbie. *Min. Petrographica Acta*, 12: 61-68.

GAZZI P., ZUFFA G.G., GANDOLFI G. & PAGANELLI L., 1973 - Provenienza e dispersione litoranea delle sabbie delle spiagge adriatiche tra le foci dell'Isonzo e del Foglia: inquadramento regionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 12: 1-37.

MAROCCO R., 1991 - Evoluzione tardo pleistocenica-olocenica del delta del F. Tagliamento e delle lagune di Marano e Grado (Golfo di Trieste). *Il Quaternario*, 4(1b): 223-232.

MAROCCO R. & PUGLIESE N., 1982 - Sedimenti e livelli antropici di Ca' Baredi (Canale Anfora-Aquileia). *Boll. Soc. Adr. Sc.*, LXVI: 61 -71.

MAROCCO R., PUGLIESE N. & STOLFA D., 1984 - Some remarks on the origin and evolution of the Grado Lagoon (Northern Adriatic Sea). *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, 1: 11-17.

NOTA D. J. G., 1958 - Sediments of the Western Guiana shelf. *Thesis, Mededel. Landbouwhogeschool,* Wageningen: pp. 98.

SEGRE A.G., 1969 - Linee di riva sommerse e morfologie della pianura continentale italiana relative alla trasgressione versiliana. *Quaternaria,* 11: 1-14.

STEFANINI S. & CUCCHI F.,1976 - Gli acquiferi del sottosuolo della Provincia di Gorizia (Friuli-Venezia Giulia) *Quad. Ist. Ric. Acq.*, 28 (13): 351-366.

STEFANINI S. & CUCCHI F., 1977 - Gli acquiferi del sottosuolo della Provincia di Udine (Friuli-Venezia Giulia). *Quad. Ist. Ric. Acq.*, 34 (6): 131-147.

TARAMELLI T., 1875 - Dei terreni morenici e alluvionali del Friuli. *Ann. Scient. R. Ist. Tec. Udine*, 8: 1-91.

REGIONE AUTONOMA FRIULI - VENEZIA GIULIA, 1990 - Catasto regionale dei pozzi per acque e delle perforazioni eseguite nelle alluvioni quaternarie e nei depositi sciolti del Friuli - Venezia Giulia. 5 Volumi - Stratigrafie e 2 Volumi - Cartografie.

Indirizzo degli Autori - Authors'address:
- Prof. Giovanni LENARDON
Prof. Ruggero MAROCCO
Istituto di Geologia e Paleontologia
dell'Università degli Studi
P.le Europa 1, I - 34127 TRIESTE