

Doriano Castaldini

*ESEMPIO DI STUDIO MORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO  
IN UN'AREA DI PIANURA:  
IL TERRITORIO DEL COMUNE DI QUISTELLO  
(PROVINCIA DI MANTOVA)*

*Finito di stampare nel mese di dicembre 1985  
dalla MUCCHI S.p.a. - Modena*



MUCCHI - MODENA

Doriano Castaldini (\*)

**ESEMPIO DI STUDIO MORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO  
IN UN'AREA DI PIANURA:  
IL TERRITORIO DEL COMUNE DI QUISTELLO  
(PROVINCIA DI MANTOVA)**

RIASSUNTO

Il presente lavoro è stato diretto ad individuare le caratteristiche geomorfologiche e geolitologiche di un settore della bassa pianura mantovana: il territorio del comune di Quistello (Mantova). In particolare, dallo studio della copertura alluvionale risulta che i depositi sabbiosi, almeno sino a 120 m di profondità, danno complessivamente luogo a continui banchi di spessore variabile allungati sia in senso E-W che in senso N-S. Lo studio delle condizioni geomorfologiche generali ha permesso di individuare alcune caratteristiche forme del rilievo rappresentate da dossi allungati, corrispondenti a corsi fluviali abbandonati, e da unità areali altimetricamente depresse. L'esame del drenaggio superficiale ha messo in luce che la rete scolante funziona scaricando le acque verso oriente come conseguenza dell'assetto morfologico generale. Il rilevamento della litologia ha mostrato come il terreno superficiale risulti costituito da sedimenti con granulometrie variabili dalle sabbie alle argille. Infine la ricostruzione dell'evoluzione morfologica degli ultimi millenni ha messo in evidenza che il F. Po scorreva più a Sud rispetto alla posizione attuale e che il F. Secchia ha assunto il corso odierno solo verso il XIV-XV sec. d.C. occupando un ramo di Po abbandonato. Pertanto il settore di pianura studiato è il risultato dei processi di sedimentazione legati alle variazioni idrografiche del Po.

ABSTRACT

The present work aims to define the geomorphological and geolithological features of a sector of the low Mantua plain: the territory of the

(\*) Istituto di geologia dell'Università di Modena.

municipality of Quistello (Mantua). In particular, the study of the alluvial cover shows that the sand deposits, up to a depth of 120 m, form continuous thick layers of varying thickness, stretched out both in the E-W direction and in the N-S one. The study of the general geomorphological conditions has recognized some typical forms of the relief, represented by extended mounds corresponding to abandoned river-beds, and by depressed areal units. The exam of the surface drainage has pointed out the draining network used to flow its waters eastwards, as a consequence of the general morphological arrangement. The lithological survey has shown that the surfaces terrain is made up by sediments with grain-size ranging from sands to clays. Finally the reconstruction of the morphological evolution of the last millenia has pointed out that the R. Po used to flow more to the south compared to its present position, and that the R. Secchia adopted its present course only towards the XIV-XV centuries A.D., occupying an abandoned Po river-bed. Therefore the plain sector studied is the result of the sedimentation processes linked to the hydrographic variations of the R. Po.

## 1. PREMESSA

Il presente lavoro (1) è stato diretto ad individuare le caratteristiche morfologiche e geolitologiche di un'area di pianura situata alla confluenza del F. Secchia con il F. Po. Lo studio ha inoltre lo scopo di illustrare un metodo di indagine che viene applicato nell'ambito di una ricerca più vasta, in corso presso l'Istituto di Geologia dell'Università di Modena, che riguarda l'area di pianura compresa fra il margine appenninico modenese ed il F. Po. Tale metodo d'indagine prende spunto dai numerosi studi effettuati, a varia scala, negli ultimi 10 anni in aree analoghe o in zone limitrofe: BARTOLOMEI et alii (1975), PANIZZA (1975), FAZZINI et alii (1976), CASTIGLIONI (1978), CREMASCHI e MARCHESINI (1978), ISTITUTO GEOLOGIA UNIVERSITÀ DI MODENA (1978), CASTALDINI et alii (1979), PELLEGRINI (1979), BARONI et alii (1980), BERNINI et alii (1980), BONDESAN e CASTELLANI (1980), CREMASCHI et alii (1980), ALESSIO et alii (1981), GASPERI e PELLEGRINI (1981), CASTIGLIONI (1982), CREMONINI (1982, 1984) CREMASCHI (1984), GASPERI e PEL-

(1) Il lavoro è stato realizzato col contributo finanziario del Ministero Pubblica Istruzione (fondi M.P.I. 40% resp. G. GASPERI ed è stato condotto nell'ambito degli studi compiuti dal Gruppo di Ricerca sulla Geologia delle Pianure Italiane.

LEGRINI (1984). Esso inoltre ben s'inquadra nello schema proposto da CASTIGLIONI (1985).

La zona oggetto del presente lavoro, il territorio comunale di Quistello, si trova ubicata in prossimità di settori (fig. 1) che già in passato sono stati oggetto di studi abbastanza dettagliati (BARALDI, 1969; BARALDI, 1970a; BARALDI, 1970b). Si tratta di un'area della bassa pianura mantovana di circa 50 Km<sup>2</sup>, grossomodo delimitata a Nord dal F. Po, ad Ovest dal F. Secchia, a Sud dal confine settentrionale della Provincia di Modena e a Est dai confini comunali occidentali di S. Giacomo delle Segnate, S. Giovanni del Dosso, Schivenoglia e Quingentole. In particolare essa è rappresentata nelle tavolette dell'I.G.M. F° 63 III SO « QUISTELLO » e F° 75 I NO « SCHIVENOGLIA ».

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

In questo settore della Pianura Padana i terreni affioranti sono riferibili all'Olocene e depositi in ambiente continentale, appartengono cioè all'ultimo momento del Quaternario durante il quale il Po e i suoi affluenti, alpini e appenninici, depositarono una spessa coltre di alluvioni.

Nell'area in esame la litologia dei depositi superficiali varia dalle argille alle sabbie (cap. 5); i vari tipi di terreni sono in stretta dipendenza delle variazioni del potere di trasporto dei corsi d'acqua. Essi appartengono prevalentemente ai depositi alluvionali del F. Po.

Per quanto riguarda la geologia profonda, notizie si trovano in ACIP MINERARIA (1959, 1977), ENI (1969), AQUATER-ENEL (1978) e PIERI e GROPPI (1981).

La zona in esame ricade nell'area di raccordo tra il bordo nord-occidentale delle « Pieghe ferraresi » e la « Omoclinale padana » (fig. 2 e 3) e risente, anche nei riguardi della distribuzione dei depositi più profondi, degli influssi delle strutture geologiche suddette che hanno sicuramente controllato l'evoluzione del Po in questa zona (PELLEGRINI, 1969, VEGGIANI, 1974; CREMASCHI e MARCHESINI, 1978; ISTITUTO GEOLOGIA UNIVERSITÀ DI MODENA, 1978; CASTALDINI et alii, 1979; GASPERI e PELLEGRINI, 1984).

Le Pieghe ferraresi, come noto, sono costituite da una serie di pieghe associate a faglie che formano nel complesso una struttura fortemente sollevata definibile per certi aspetti come « buried hill ». Le successioni mesozoiche e paleozoiche, raggiunte da qualche pozzo esplorativo nell'area della Omoclinale padana e delle Pieghe ferraresi, sono, nelle linee generali,

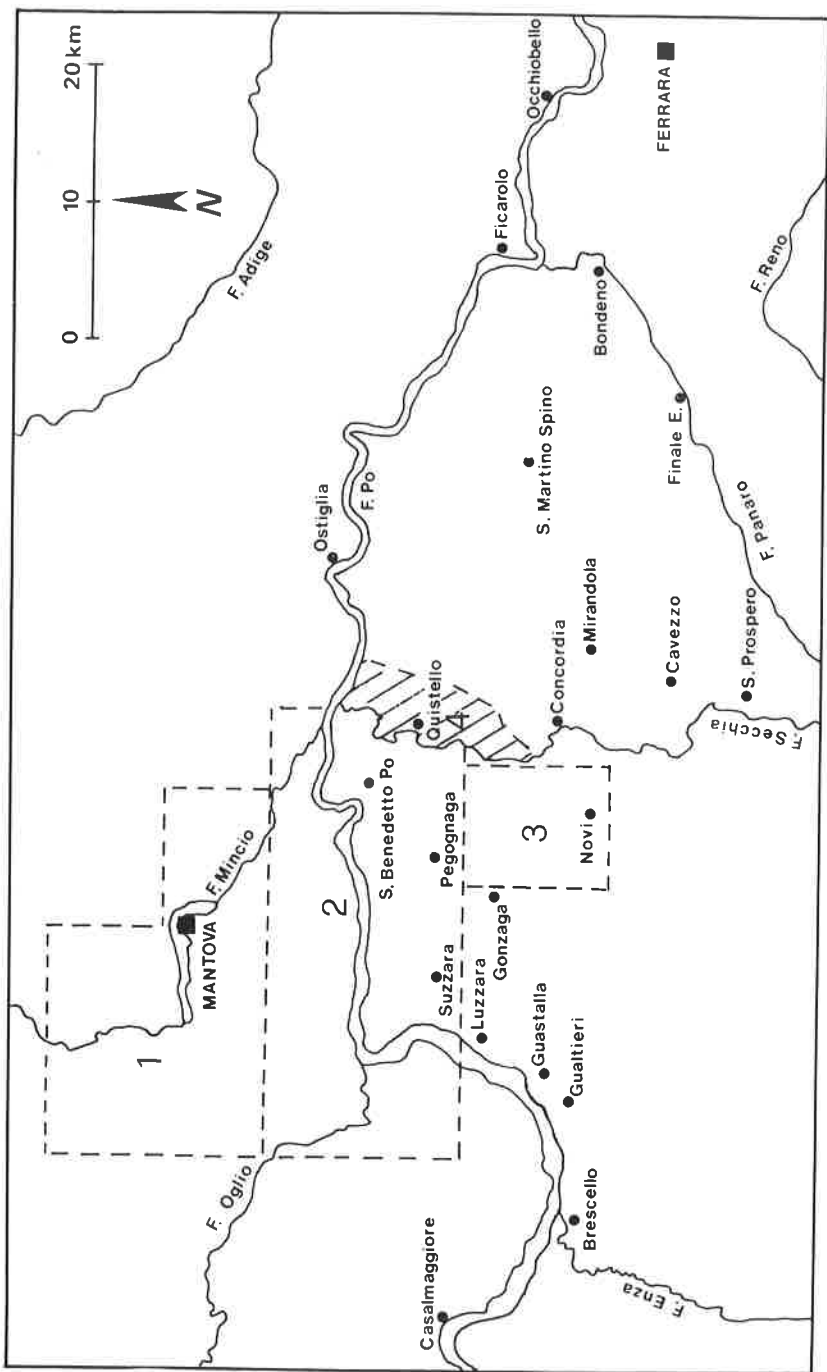
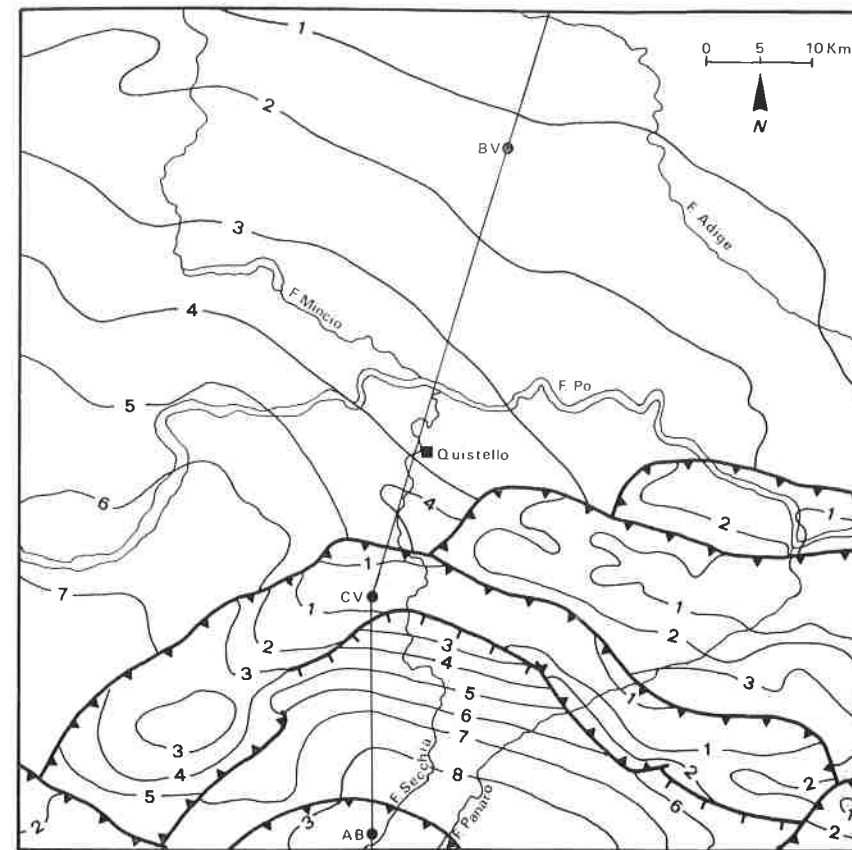


Fig. 1 - Carta indice. 1) Zona studiata da BARALDI (1969); 2) zona studiata da BARALDI (1970a); 3) zona studiata da BARALDI (1970b); 4) zona presa in considerazione nel presente lavoro.



1 2 3 4 BV 5

Fig. 2 - Carta strutturale del Plio-Quaternario del settore di pianura in cui ricade la zona in esame (ridisegnata da PIERI e GROPPi, 1981). Legenda: 1) faglie inverse; 2) faglie dirette; 3) isolote della base del Pliocene e loro profondità in migliaia di metri; 4) traccia del profilo geologico di fig. 3; 5) pozzi per idrocarburi; BV = Bovolone 1, CV = Cavone 2, AB = Albareto 1.

affini a quelle del Sudalpino (PIERI e GROPPi, 1981). Le strutture plio-  
cative nel loro complesso sembrano mostrare, anche da un punto di vista  
stratigrafico, una differenziazione precoce nel corso delle ere geologiche:  
spessori ridotti delle formazioni mesozoiche-paleogeniche. Nei punti di  
massima culminazione, una decina di Km a Sud dell'area in studio, sembra  
che le alluvioni oloceniche ricoprano direttamente il Miocene e che il  
Pliocene ed il Quaternario marino manchino del tutto o in parte, perché

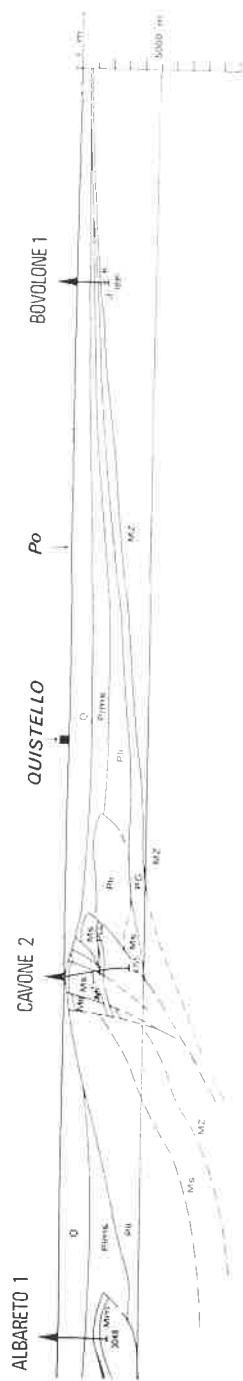


Fig. 3 - Profilo geologico attraverso la pianura modenese, mantovana e veronese (da PIERI e GROPPI, 1981).  
 Legenda: Q) sedimenti marini e continentali depositi durante il Quaternario; Pli(m)s) Pliocene medio-superiore; Pli) Pliocene inferiore; M(s) Miocene superiore; Mm) Miocene medio; PG) Paleogene; MZ) Mesozoico.

non depositati od erosi. I sedimenti plio-quadernari hanno ovunque una origine clastica e sono costituiti da argille, limi e sabbie. Nell'area in oggetto la base del Pliocene raggiunge i 4.000 m di profondit  e lo spessore del Quaternario marino   sui 1.300 m. Alcuni Km a Nord il tetto del Quaternario marino si rinviene a 395 m di profondit  (pozzo Bovolone 1; ENI, 1969).

### 3. STUDIO DELLA COPERTURA ALLUVIONALE E CENNI DI IDROGEOLOGIA

I depositi del primo sottosuolo, almeno sino alla profondit  di 100 m dal piano campagna, sono costituiti dalle alluvioni del F. Po (PELLEGRINI e ZAVATTI, 1979, 1980). Infatti, come verr  specificato nel cap. 4, questo settore di pianura   il risultato dei processi di sedimentazione legati alle variazioni idrografiche del F. Po in quanto il F. Secchia, sino al XIV-XV sec. d.C., aveva un percorso pi  a meridione secondo la direttrice Concordia-S. Martino Spino-Bondeno.

Il territorio di Quistello   gi  stato oggetto di studi a carattere idrogeologico (GASPERI e PELLEGRINI, 1969; BARALDI, 1970a; BARALDI e PELLEGRINI, 1976; AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE MANTOVA, 1979; AUTORI VARI, 1979; PELLEGRINI e ZAVATTI, 1979, 1980) per  generalmente sempre nell'ambito di ricerche condotte a piccola scala; pertanto per poter disporre di dati a scala maggiore si   ritenuto opportuno procedere allo studio dettagliato della copertura alluvionale attraverso la correlazione delle litostratigrafie (2) di 11 pozzi per acqua perforati nella zona. L'ubicazione dei pozzi utilizzati   riportata nella « Carta della litologia di superficie » (fig. 9) in cui si pu  osservare come la distribuzione dei pozzi sia alquanto varia a disuniforme; esiste infatti una relativa concentrazione di essi nella zona di Quistello e una mancanza di dati a Sud del capoluogo (in realt  nell'area meridionale alcuni pozzi sono stati perforati, ma non   stato possibile reperire la loro litostratigrafia).

La correlazione dei dati non   stata sempre agevole dato che nelle litostratigrafie sono usate spesso terminologie improprie o appaiono variamente dettagliate. Va precisato, ad esempio, che nelle perforazioni per acqua di solito non viene dettagliata la stratigrafia dei primi metri che viene generalmente indicata come « argilla ». Questo fatto comporta talora un'in-

(2) Le litostratigrafie consultate sono state raccolte nel quadro delle ricerche compiute dall'IRSA e sono conservate presso l'Istituto di Geologia dell'Universit  di Modena.

congruenza tra quanto indicato nella descrizione dei pozzi e quanto rilevabile nella litologia di superficie. Pertanto nella elaborazione delle « Sezioni geologiche della copertura alluvionale » (fig. 4), per quanto riguarda i primi metri di profondità si è tenuto maggiormente conto dei dati ricavati dal rilevamento della litologia di superficie che di quelli forniti dalle litostratigrafie esaminate.

I profili suddetti presentano un quadro particolareggiato della distribuzione dei livelli impermeabili e permeabili, mettendone altresì in evidenza i reciproci rapporti che, data l'origine alluvionale dei depositi, si presentano talora assai complessi.

#### SEZIONE A-A'

La sezione va dalla golena del F. Secchia alla località Marchesa, attraversando il paese di S. Lucia, con direzione WNW-ESE; è stata costruita sulla base di tre pozzi con profondità variabile tra i 105 e 120 m.

Direttamente sotto al piano campagna è presente un livello permeabile costituito da sabbie medio-fini, con una potenza che aumenta da Ovest verso Est passando dai 15 ai 40 m di spessore, entro cui è localizzata la prima falda. Alla base di questo deposito si ha un pacco di materiale argilloso impermeabile di spessore variabile che separa la prima falda dalla seconda.

La seconda falda, ospitata in sabbie fini, è ubicata tra i 15 e i 40 m in corrispondenza del F. Secchia e tra i 60 e gli 80-90 m tra S. Lucia e Marchesa. Questi due livelli sabbiosi non sembrano correlabili tra loro per cui sono stati ritenuti corpi idrici distinti.

Dopo un altro livello argilloso dello spessore di 20-25 m si hanno sabbie grossolane ad una profondità variabile tra gli 80 m (F. Secchia) e 110 m (Marchesa). In questi sedimenti ha sede la terza falda di cui non si conosce la potenza effettiva dato che i pozzi non arrivano al letto della medesima.

#### SEZIONE B-B'

Questa sezione, subparallela alla precedente, è ubicata poco a Sud di Nuvolato; la ricostruzione della copertura alluvionale è stata fatta potendo usufruire di sole due litostratigrafie.

La prima falda, si trova sino a 40 m di profondità dal piano campagna in sabbie medio fini.

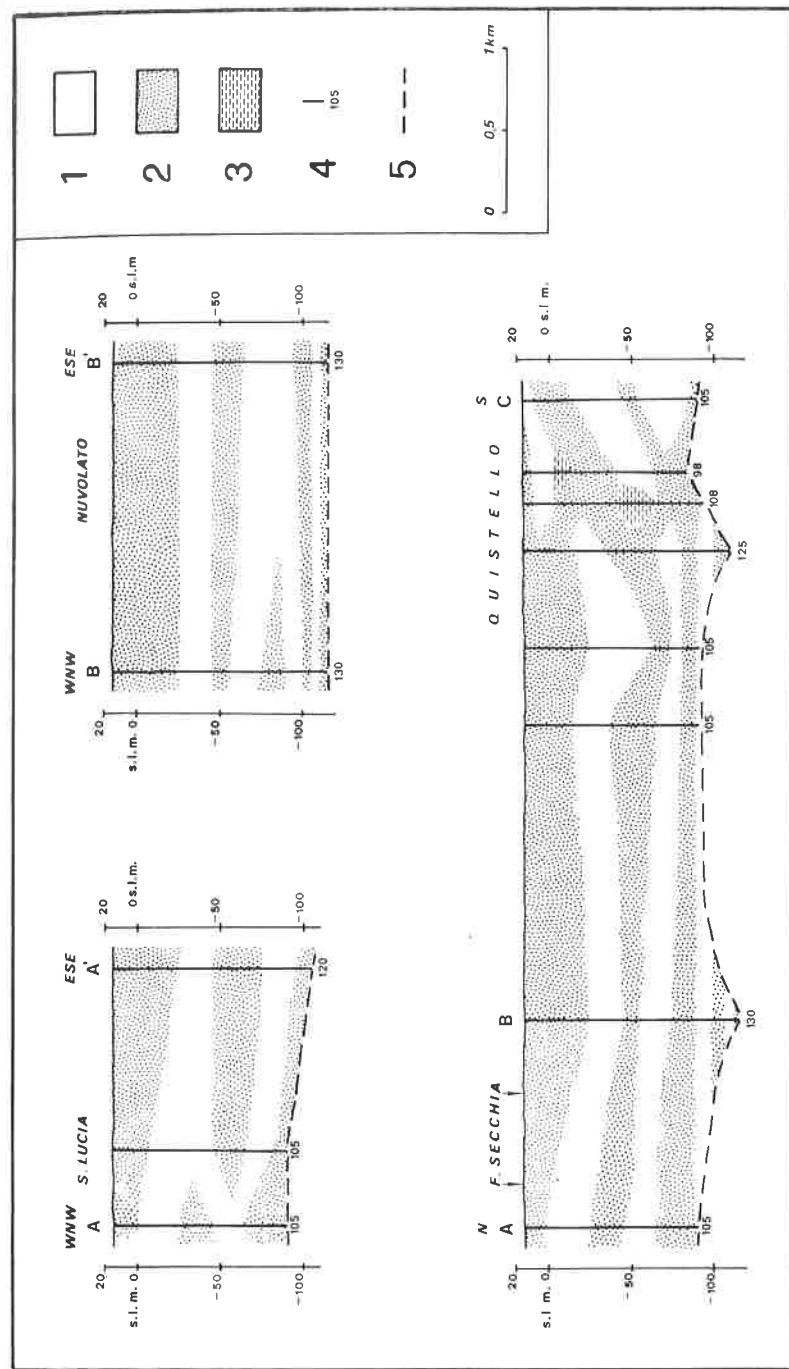


Fig. 4 - Sezioni geologiche della copertura alluvionale.

Legenda: 1) argille, argille con torba, limi; 2) sabbie a varia granulometria; 3) argille miste e sabbie; 4) pozzi per acqua e loro profondità in metri dal piano campagna; 5) limite delle conoscenze. Scala delle altezze esagerata.

Segue un livello continuo impermeabile dello spessore di 20 m sovrapposto ad un secondo deposito di sabbie fini che ospita la seconda falda. Quest'ultimo ha uno spessore che varia dai 10 ai 20 m procedendo da WNW verso ESE.

La situazione si diversifica in profondità. Infatti a occidente di Nuvolato tra i 90 e 105 m di profondità si rinviene un corpo sabbioso non presente nell'altro pozzo ove le argille arrivano sino alla profondità di 110 m.

Al di sotto di tale strato impermeabile si hanno di nuovo strutture in continuità da Ovest a Est, con la seguente successione litologica:

- a) sabbie potenti 5-10 m;
- b) argille potenti 5 m;
- c) sabbie di spessore non determinabile poiché le stratigrafie non ne riportano la profondità del letto.

#### SEZIONE A-C

Il profilo, costruito sulla base di 8 litostratigrafie, ha direzione grosso modo N-S e attraversa nel tratto meridionale il centro abitato di Quistello; va specificato che i pozzi dell'area urbana sono risultati di problematica ubicazione.

Direttamente sottostante al piano campagna, ad eccezione dell'estremità meridionale del capoluogo dove sono presenti litotipi impermeabili, si rinviene la prima falda che denota spessore variabile tra i e i 4 m ed è contenuta in un livello di sabbie-medie. Segue uno strato argilloso discontinuo dello spessore variabile tra i 20 e i 40 m; al di sotto si incontra, a profondità tra i 40 e gli 80 m, un livello di sabbie medie e fini in cui ha sede la seconda falda; quest'ultima è in comunicazione con la prima in corrispondenza dell'abitato di Quistello, ove lo strato argilloso presenta interruzioni.

Segue uno strato impermeabile, con spessore tra i 5 e i 15 m che risulta anch'esso interrotto sotto il capoluogo con la conseguente comunicazione tra la seconda e la terza falda. La terza falda è presente tra gli 80-90 m entro sedimenti sabbiosi grossolani sulla cui potenza non sono stati reperiti dati anche se BARALDI (1970) afferma che arrivano ai 130 m e BARALDI e PELLEGRINI (1976) indicano una profondità di 150-160 m.

Dall'esame comparato dei tre profili suddetti si ricava che nell'area settentrionale del Comune di Quistello i depositi sabbiosi, sino a circa 120

m di profondità, danno complessivamente luogo a continui banconi, di spessore variabile, allungati sia in senso E-W che in senso N-S.

L'alimentazione del sistema acquifero in questo settore di pianura è abbastanza semplice. Infatti pur riscontrandosi in superficie affioramenti di sabbie, l'alimentazione dipende in gran parte dal fiume Po, il cui alveo è direttamente in comunicazione con lo strato sabbioso arealmente molto esteso che arriva sino a 40 m di profondità. La situazione stratigrafica e l'altimetria fanno sì che la falda risulti in pressione ed in equilibrio con i livelli idrometrici del fiume stesso che le alimenta e che risulta nettamente pensile rispetto al piano campagna circostante (PELLEGRINI e ZAVATTI, 1979, 1980).

La connessione fra F. Po e falda è chiaramente dimostrata dal fatto che livelli piezometrici aumentano al crescere delle quote idrometriche del Po. Tuttavia, almeno per gli acquiferi più superficiali, risulta attiva anche una alimentazione da parte del F. Secchia che si evidenzia soprattutto nel primo semestre dell'anno (BARALDI et alii, 1981).

Un'influenza dello stesso tipo, non si può escludere per il Canale Sabioncello che nel suo tratto settentrionale attraversa una zona a litologia prevalentemente sabbiosa.

#### 4. STUDIO GEOMORFOLOGICO

Questo settore di studio ha avuto lo scopo di determinare le condizioni geomorfologiche generali, individuando le principali forme del rilievo ed analizzando la loro evoluzione nel tempo, e di verificare le condizioni del drenaggio superficiale esaminando il funzionamento della rete scolante del territorio.

Dal punto di vista metodologico lo studio in oggetto si è sviluppato attraverso le seguenti ricerche:

- 1) raccolta dei dati esistenti sull'altimetria e sul drenaggio;
- 2) determinazione dell'assetto altimetrico del territorio attraverso la costruzione di una carta a curve di livello aventi equidistanza di 0,5 m;
- 3) analisi fotogeologica su fotoaeree in bianco e nero a scala 1:33.000 del 1955 (volo GAI) e a scala 1:15.000 del 1975;
- 4) rilevamento sul terreno e contemporaneamente raccolta dei campioni per la costruzione della « Carta della litologia di superficie » (fig. 9);
- 5) analisi ed interpretazione dei dati raccolti;

6) elaborazione di una « Carta geomorfologica » (fig. 5) e di una « Carta del drenaggio superficiale del territorio di Quistello » (fig. 7).

#### 4.1 CARTA GEOMORFOLOGICA

Nella carta geomorfologica (fig. 5) sono riportati:

- a) l'altimetria del territorio, indicata con isoipse, riferite al l.m., equidistanti 0,5 m e con massimi e minimi altimetrici relativi;
- b) i paleovalvei del F. Po, del F. Secchia, i paleo-drenaggi non sicuramente riferibili e i paleovalvei con tracce poco evidenti.

##### 4.1.1. ASSETTO ALTIMETRICO

Per la definizione dell'altimetria dell'area in oggetto non è stato possibile utilizzare le carte morfologiche di REGIONE LOMBARDIA (1983) poiché prive sia di isoipse che di punti quotati; non si è ritenuto opportuno utilizzare le quote delle tavolette I.C.M. perché poco numerose e perché a luoghi corrispondenti a manufatti a quote diverse dal piano campagna. Sono state pure trascurate le carte morfologiche di REGIONE EMILIA ROMAGNA (1975) poiché riportano isoipse con equidistanza di 1 m e quindi non sufficientemente dettagliate ai fini del presente studio. Pertanto la definizione dell'assetto altimetrico, è avvenuta disegnando le curve di livello col metodo della interpolazione grafica dai punti quotati rilevati da mappe del Catasto Austriaco (Catasto di Maria Teresa d'Austria) consultate presso il Consorzio di Bonifica di Revere. Solo per la zona a Sud di Barco-Corte Stoffi, estremità meridionale del territorio, le isoipse sono state ricavate dalla carta altimetrica di CONSORZIO INTERPROVINCIALE PER LA BONIFICA DI BURANA (1966).

Il confronto effettuato tra le carte di REGIONE EMILIA ROMAGNA (1975) e l'elaborato in oggetto ha dimostrato una congruenza nei lineamenti morfologici generali.

L'assetto altimetrico del territorio presenta una morfologia insospettabilmente varia.

Se si escludono le quote arginali, gli estremi altimetrici sono rappresentati dalle isoipse 17,5 e 12, con inclinazione generale da Ovest verso Est e quote più elevate a Sud. Gli elementi morfologici sono rappresentati da « dossi » (zone altimetricamente rilevate) e da « catini » (zone altimetricamente depresse). Tra i primi, rilevabile con una certa immediatezza sia in campagna sia sulla carta geomorfologica, vi è il dosso posto all'estre-

mità meridionale dell'area tra Barco e Corte Stoffi e che continua al di fuori del territorio comunale verso S. Giacomo delle Segnate; sono inoltre individuabili, anche se con meno evidenza, i dossi di Zamboni e di San Rocco. Tra i « catini » si segnalano, per la loro estensione, quello immediatamente a Sud di Quistello e quello a NE di S. Rocco. Massimi e minimi altimetrici relativi di modesta estensione sono presenti un po' ovunque.

L'assetto altimetrico ha chiaramente condizionato l'esondabilità del territorio in relazione soprattutto alle rotte di Po che si sono verificate sino al secolo scorso. La lettura degli Autori meno recenti (soprattutto LOMBARDINI, 1843, 1844; PORTA, 1949) ha permesso di accertare i frequenti alluvionamenti del F. Po su vaste zone del settore compreso tra Secchia e Panaro, senza peraltro riuscire a delimitare con precisione le aree esondate. Le uniche indicazioni in merito si ricavano da PELLEGRINI (1969, 1984) e da CONSORZIO INTERPROVINCIALE PER LA BONIFICA DI BURANA (1985). In particolare da quest'ultimo Autore (cfr. fig. 6) si deduce che la più estesa esondazione di Po del XIX secolo (rotta del 23 ottobre 1872) ha interessato unicamente l'area NE del territorio studiato coinvolgendo solo marginalmente i centri abitati del comune di Quistello.

L'assetto altimetrico precedentemente descritto può essere considerato, in generale, la risultante dell'evoluzione della rete idrografica, della subsidenza naturale e dell'intervento antropico.

Per chiarire ciò risulta opportuno accennare a come avviene il processo di sedimentazione in una pianura alluvionale.

Dalla zona pedemontana alla foce un fiume è soggetto ad una diminuzione di competenza. Quindi si ha una sedimentazione selettiva di materiale, con graduale diminuzione granulometrica sino al mare. Nelle conoidi pedemontane il materiale alluvionale è costituito prevalentemente da ghiaia e ciottoli, nella bassa pianura da sabbia e silt, nei pressi della foce da argilla.

I fiumi che percorrono il settore in esame, hanno la prerogativa di una bassa velocità di deflusso con conseguente esigua capacità di trasporto: ciò comporta rapidi innalzamenti dei letti fluviali, per abbandono di sedimenti in carico, con isolamento di aree depresse fra gli alvei. Quando le acque di piena traboccano dall'alveo e si espandono ai lati di esso, perdono velocità, abbandonando il materiale più fine nelle aree distali più depresse fra un fiume e l'altro, mentre nel punto di rottura, dove c'è maggiore energia, viene depositato un cono sabbioso. Il materiale che sedimenta nelle aree depresse è quindi costituito principalmente da limi e argille; data la maggior costipabilità di questi materiali,

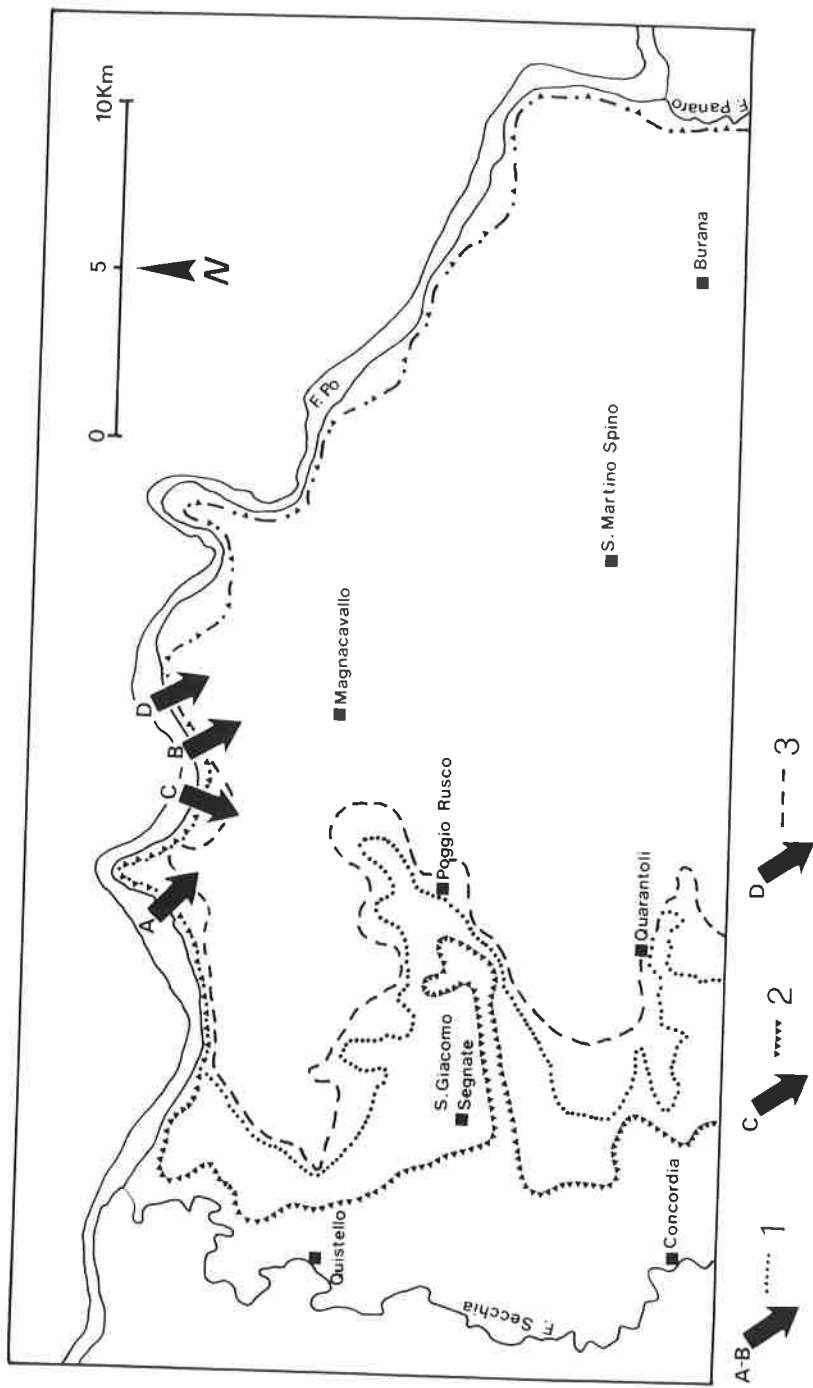


Fig. 6 - Zone allagate in seguito a rotte del F. Po.

Legenda: 1) rotta del 12-11-1839 (A) e del 16-11-1839 (B); 2) rotta del 23-10-1872 (C); 3) rotta del 4-6-1879 (D). Ridisegnato da CONSORZIO INTERPROVINCIALE PER LA BONIFICA DI BURANA, (1985).

rispetto a quelli sabbiosi, si determina col tempo una accentuazione dei dislivelli fra la rete idrografica e il livello medio del territorio.

Per corsi d'acqua non arginati artificialmente, le tracimazioni sono un fenomeno ricorrente: i fiumi, raggiunta una certa altezza sul territorio, tendono con rotte e cambiamenti d'alveo a colmare le aree depresse situate fra i diversi corsi; l'accrescersi della pianura avviene quindi sia orizzontalmente, con il giustapporsi di diversi successivi corpi d'alveo, che verticalmente, con il sovrapporsi di successivi cicli di riempimento dei bacini di esondazione.

Su questo meccanismo è intervenuto l'uomo che, per porsi al riparo dalle esondazioni, ha costretto i fiumi a scorrere sempre entro gli stessi letti, innalzando argini artificiali di pari passo con il naturale innalzamento del fondo dei fiumi ed impedendo, contemporaneamente, l'arrivo di nuovi sedimenti nelle aree comprese fra i vari fiumi. Inoltre ha accelerato i naturali processi di costipazione e di subsidenza con l'emungimento delle acque dal sottosuolo.

Si è così determinato, per questo complesso di cause naturali ed artificiali, l'assetto morfologico di questo settore di pianura, che vede le aree più elevate in corrispondenza di alvei fluviali sia attuali che estinti.

#### 4.1.2. PALEOALVEI

I corsi fluviali abbandonati (« paleoalvei ») riportati nella carta geomorfologica sono stati individuati, per quanto detto prima, dall'esame dell'altimetria e della litologia di superficie, ma anche e soprattutto, dallo studio aereofotogrammetrico.

L'individuazione di drenaggi sepolti nelle fotografie aeree in zone intensamente coltivate come la Pianura Padana, è possibile poiché un alveo sepolto è marcato da una fascia più o meno sinuosa di colore più scuro del terreno circostante a causa della maggiore quantità di acqua trattenta nel suolo e perché l'orientamento dei campi coltivati all'interno di un alveo abbandonato si adatta all'andamento tortuoso di questo, in netta discordanza con la parcellazione delle aree circostanti; di frequente poi si ha l'associazione dei due casi sopra descritti (PELLEGRINI, 1969; AMADESI, 1982).

Sulla base di queste considerazioni i paleodrenaggi individuati sono stati in prima analisi distinti in « paleoalvei evidenti », quando si è vista l'associazione dei due caratteri sopra descritti o quantomeno la netta evidenza di uno dei due, e in « paleoalvei con tracce poco evidenti » quando il carattere di individuazione era uno solo e non troppo marcato.

Anche gli elementi minori del drenaggio attuale (scoli, fossi, etc. . .) caratterizzati da andamenti nastriformi sottolineano tracce pertinenti ad antichi alvei (CREMASCHI et alii, 1980). La distinzione in paleoalvei evidenti e poco evidenti è stata effettuata sulla base del risalto che assumono nelle foto aeree. Per l'attribuzione idrografica e la datazione dei paleoalvei evidenti si è fatto riferimento soprattutto agli Autori che nell'ultimo ventennio in vario modo e sotto diversi aspetti si sono occupati di paleoidrografia nell'ambito del settore di pianura considerato: CIABATTI (1966); PELLEGRINI (1969); VEGGIANI (1972, 1974); CASTALDINI et alii (1979); CREMASCHI et alii (1980); CALZOLARI (1981, 1983); GASPERI e PELLEGRINI (1984). Per i dati e le considerazioni di lavori di più di una ventina di anni fa si rimanda al testo ed alla bibliografia dei suddetti Autori. Fra i meno recenti tuttavia si ricordano: TIRABOSCHI (1824), ROMANI (1828), LOMBARDINI (1865, 1870), PAGLIA (1879), AVERONE (1905), MONTANARI (1926), DE CHAURAND (1932), TOSATTI (1956), COLORNI (1959).

Dall'analisi critica dei contributi citati, si può ricostruire la seguente evoluzione idrografica (3). Il F. Po, nel primo millennio a.C. si biforcava tra Brescello e Guastalla (VEGGIANI, 1974) o a Est di Casalmaggiore (CREMASCHI et alii, 1980) per dar luogo ad un ramo principale, denominato Po di Adria, e ad uno (Po di Spina di VEGGIANI, 1974) o più rami minori ad esso paralleli lungo una fascia limitata a Sud dagli attuali paesi di Gualtieri, Novi e Bondeno.

Il F. Secchia aveva un tracciato spostato ad Ovest e sub-parallelo a quello attuale nella parte più a monte fin verso S. Prospero, e con direzione ruotata di 90° rispetto a quella attuale da Cavezzo a Finale Emilia: dopo essersi unito al F. Panaro e al F. Reno, confluiva in Po nei pressi di Ferrara.

Dopo l'VIII sec. a.C. (rotta di Brescello-Guastalla) il F. Po cambiò direzione per dirigersi verso Nord, come pure il Secchia che però mantenne una direzione W-E secondo la direttrice Mirandola-Finale Emilia.

Durante il periodo romano, il Po scorreva in un unico corso marcata-mente meandriforme fra Cremona e Ostiglia; un tratto di esso è ben conservato nell'attuale Po Vecchio che si sviluppa tra Luzzara e S. Benedetto Po. Nell'alto Medioevo il Po scorreva ancora con ampi meandri per Luzzara, Suzzara, Gonzaga, Pergognaga, Quistello (corso che dall'XI sec. d.C. perderà rapidamente di portata ed importanza di fronte al delinarsi

(3) Per le località qui di seguito citate cfr. fig. 1.

di un ramo più settentrionale denominato Padus Lirone) mentre più a Est coincideva grossomodo con il corso attuale fino a Ficarolo, da dove proseguiva verso Bondeno e Ferrara. Verso il 1150-1200 si verificò la rotta di Ficarolo per cui il Po, da questa località, abbandonò il tracciato meridionale verso Bondeno e si diresse ad Est verso Occhiobello. Anche gli affluenti modificarono, chi più chi meno, il loro percorso; il Secchia ad esempio si portò verso Concordia-S. Martino Spino-Bondeno. Presso quest'ultima località si univa al Panaro assieme al quale si dirigeva verso Nord per confluire in Po a Ficarolo. In definitiva il F. Po avrebbe acquistato il corso attuale molto tardi, forse dopo il 1400.

Lo stesso F. Secchia solo verso il XV secolo d.C. deviò bruscamente verso Nord all'altezza di Concordia per confluire nel Po presso Quistello, occupando meandri abbandonati dal Po (4).

Notizie abbastanza discordanti riguardano, tuttavia, l'età della deviazione suddetta: secondo VEGGIANI (1974) essa sarebbe avvenuta nel XIV sec. d.C., mentre secondo CASTALDINI et alii. (1979), GASPERI e PELLEGRINI (1981, 1984) si sarebbe verificata nel XV sec. La ricerca sui lavori di alcuni Autori meno recenti non ha certo chiarito la questione, in quanto la stessa deviazione viene datata da LOMBARDINI (1865) alla prima metà del XIV sec., da PAGLIA (1879) a dopo il 1500 e da AVERONE (1905) a poco dopo il 1336.

Da quanto illustrato risulta che la maggior parte dei paleodrenaggi individuati nella zona di studio e indicati in fig. 5, rappresenta le tracce delle divagazioni del Po nell'ambito della sua migrazione da Sud verso Nord. L'elemento più significativo è rappresentato dal paleoalveo Quistello-S. Rocco che testimonia un tratto del Po di Adria (VEGGIANI, 1972, 1974); è possibile seguirlo con continuità verso oriente sino quasi a Poggio Rusco. I principali paleodrenaggi ubicati a Sud di Quistello-S. Rocco rappresentano le tracce dei paleo-Po che scorrevano più a meridione e sub-paralleli al Po di Adria; in particolare il paleodrenaggio individuato in corrispondenza del dosso Barco-Corte Stoffi, che si sviluppa ad oriente sino a S. Giacomo delle Segnate e oltre, può essere identificato con un tratto del Po di Spina (VEGGIANI, 1974). In definitiva tutti i paleo-Po del settore meridionale del territorio studiato sono databili al I millennio a.C. cioè pre-

(4) Secondo COLORNI (1959) l'alveo del Secchia a Nord di Concordia corrisponde ad un segmento del Po Vecchio ed al tratto finale del Crostolo che sino al XII sec. d. C. si gettava in Po Vecchio poco a Sud di Quistello (il nome Quistello deriverebbe infatti da quello del T. Crostolo anticamente denominato Crustellum o Clustellum o Custellum); questa ipotesi tuttavia non trova conferma in nessuno degli Autori più recenti.

cedenti alla deviazione di Brescello-Guastalla dell'VIII sec. a.C. che portò il Po a scorrere più a settentrione; la loro disattivazione tuttavia non sarà certo avvenuta in tempi brevi, tant'è vero che il tratto grossomodo coincidente con il Cavo Tagliata, Cavo Parmigiano-Moglia, Canale di Quarantoli e Burana è rimasto forse attivo come ramo scolante sino al 1400-1600 (PELLEGRINI, 1969; CASTALDINI et alii, 1979; GASPERI e PELLEGRINI, 1984).

Il corso attuale del Secchia, a Nord di Quistello, come accennato, rappresenta un paleo-corso del Po. Si tratta probabilmente di un letto fluviale di età medioevale poiché ben si collega verso occidente al Po Vecchio attivo sino all'alto Medioevo (CALZOLARI, 1983). L'ampio meandro sepolto rinvenuto a NE di Quistello ben s'inquadra in un alveo di Po attivo perlomeno in epoca romana e con tracciato non molto diverso dal Secchia attuale. Il paleodrenaggio S. Lucia - Nuvolato - Dugale Tesino può essere riferito ad un tratto di Po funzionante nel XII sec.; infatti il « portus Nubularie » (Nuvolato) viene citato nel 1199 tra i porti minori sulle sponde del corso medio del Po (CALZOLARI, 1983).

Gli unici paleoalvei attribuibili al Secchia sono individuabili a Nord di Quistello all'interno dei rilevati arginali; per quanto detto in precedenza, sono sicuramente posteriori al XIV-XV secolo e, anzi, in considerazione dell'evidenza morfologica che denotano sul terreno dovrebbero essere piuttosto recenti.

Come già accennato, l'evoluzione morfologica di questo settore di pianura, in generale, e le variazioni del reticolo idrografico, in particolare, sono stati controllati dalla attività tettonica delle strutture presenti nel sottosuolo: PELLEGRINI (1969); VEGGIANI (1974); CREMASCHI e MARCHESINI (1978); ISTITUTO DI GEOLOGIA UNIVERSITÀ DI MODENA (1978); CASTALDINI et alii (1979); GASPERI e PELLEGRINI (1984). Per l'analisi dettagliata delle varie evidenze si rimanda agli Autori suddetti perché l'area esaminata è troppo poco estesa per consentire considerazioni a carattere geodinamico.

#### 4.2. ANALISI DEL DRENAGGIO SUPERFICIALE

Nella seconda parte dello studio geomorfologico sono state prese in esame le condizioni di drenaggio superficiale ricavate da dati forniti dai Consorzi di Bonifica di Revere e di Burana. Come già detto il territorio presenta, nelle grandi linee, una pendenza generale da Ovest ad Est, e tale fatto ha condizionato in notevole misura la sistemazione della rete scolante:

infatti lo smaltimento delle acque è sempre stato ottenuto scaricando le stesse verso oriente.

Nei riguardi dello scolo il territorio può essere suddiviso in tre bacini principali (fig. 7). Il primo è limitato ad Ovest dall'argine principale del F. Secchia, a Nord dal Po, a Sud dal dosso Barco-Corte Stoffi e ad Est continua nei territori limitrofi; si tratta del bacino nettamente più esteso e rappresenta la parte occidentale del Consorzio della Bonifica di Revere.

Il secondo bacino comprende la limitata area comunale a Sud del dosso Barco-Corte Stoffi e fa parte del Consorzio Interprovinciale per la Bonifica di Burana nei cui territori continua con notevole estensione.

Il terzo infine comprende le aree golenali del Secchia che ricadono sotto la competenza dei Consorzi di Bonifica Golenali.

Il primo bacino è ulteriormente suddiviso in una serie di « sottobacini » o « bacini scolanti », caratterizzati da una rete speciale di canali di scolo. I colatori principali dei sotto bacini si chiamano « dugali » e si scaricano, salvo pochi casi, direttamente nel collettore Fossalta Superiore.

Anteriormente all'esecuzione della Bonifica di Burana, tale collettore immetteva le proprie acque nel Cavo Diversivo, che le convogliava nel Po alla chiavica di Moglia (fig. 8); quando però il pelo d'acqua di Fossalta Superiore si elevava a livello di piena, le acque si scaricavano anche in Fossalta Inferiore che, a sua volta, le portava in Po in basso, alla chiavica di Quatrelle.

In seguito all'attuazione della Bonifica di Burana, le acque della Bonifica di Revere, e quindi la quasi totalità delle acque del territorio di Quistello, immesse in Fossalta Inferiore si scaricavano in Po non più alla chiavica di Quatrelle, ma bensì alle chiaviche Pilastresi, dopo aver confluito nel collettore principale della Bonifica di Burana.

Una ulteriore modificazione allo scarico delle acque del Consorzio Idraulico di Revere venne introdotta con l'attuazione della Bonifica dell'Agro Mantovano-Reggiano: venne eliminato cioè lo scarico in Po alla chiavica di Moglia e sostituito con quello nell'emissario di detta bonifica, cosicché le acque reveresi potevano scaricarsi tanto nel canale emissario della Bonifica Mantovana-Reggiana, quanto in Fossalta Inferiore. Il primo scarico era subordinato alle condizioni del livello d'acqua dell'emissario della Bonifica Mantovana-Reggiana, che a sua volta è regolata dal livello d'acqua del Po a Moglia; il secondo scarico era subordinato invece alla piena dei cavi della Bonifica di Burana, prodotta dalla pioggia caduta nel suo bacino.

Il bacino reverese e quello di Burana essendo finitimi ed avendo per-



Le aree golenali appartengono al terzo macrobacino in cui lo scolo avviene per via naturale in Secchia. La più vasta è l'area golenale dell'Imperiata a Nord di Quistello, dotata di una rete scolante propria che scarica in Secchia attraverso una chiavica; quando il livello del fiume è troppo elevato, per impedire l'allagamento della gola, la chiavica terminale viene chiusa. I fossi che costituiscono la rete scolante hanno un uso promiscuo, infatti nel periodo estivo vengono utilizzati per l'irrigazione, derivando acqua dal Secchia tramite l'impianto idrovoro di Quistello.

Il F. Secchia, che delimita ad occidente l'area studiata, non esplica funzione scolante, se non indirettamente e solo per le aree golenali, data la quota del suo alveo che scorre pensile sul piano campagna.

Completano la rete idrografica del territorio comunale il Canale della Bonifica Mantovana-Reggiana, che ha solo funzione di scolo per il territorio di tale bonifica, e il Canale Sabbioncello, che esplica esclusivamente funzione irrigua.

Il primo canale sottopassa in botte il F. Secchia a NW di S. Lucia e poi attraversa l'area settentrionale del territorio con un alveo pensile, arrivando a scolare le acque della Bonifica Mantovana-Reggiana in Po presso Moglia.

Il Canale Sabbioncello, che ricade sotto l'Amministrazione del Consorzio di Bonifica di Burana, attraversa da Nord a Sud l'area in oggetto. Esso prende l'acqua dal Po tramite l'impianto di sollevamento di Quingentole (stabilimento idrovoro di Sabbioncello) e la porta sino a S. Possidonio, presentando quindi una direzione di scorrimento da Nord a Sud.

Il suo alveo è pensile solo nell'area centro settentrionale del territorio, in relazione alle quote altimetriche delle zone che percorre; attraversa l'emissario della Bonifica Mantovana-Reggiana a mezzo ponte-canale. Poiché presenta una direzione N-S interseca in più punti la rete scolante che, come già detto, ha direzione W-E; i vari dugali lo sottopassano pertanto a mezzo botte. Dal Sabbioncello in due punti può venire derivata acqua da immettere nella rete idrografica comunale: il primo è situato a Nord di località Marchesa e il secondo a NE di Quistello.

Appena un cenno viene fatto per il F. Po, che dopo aver avuto grande importanza nell'idrografia del territorio in oggetto (cfr. par. 4.1.2.), attualmente non esplica nessuna funzione e risulta ubicato al margine settentrionale dell'area.

Generalmente le strade sono fiancheggiate da fossi e canali: essi hanno lo scopo di tenere drenata la sede stradale o, se ubicati ai lati dei canali pensili, di captare eventuali infiltrazioni degli argini.

Nel territorio in esame si possono individuare alcune aree a difficoltoso drenaggio, caratterizzate da altimetrie depresse e terreni in superficie poco permeabili: zona immediatamente a Sud di Quistello, estremità meridionale del territorio comunale, area a NE di San Rocco. Generalmente però la rete scolante è in grado di provvedere allo smaltimento delle acque su tutto il territorio, per cui sotto il profilo del drenaggio il territorio di Quistello non presenta nessun problema, se non per eventi eccezionali, quali una rotta di Po o troppo intense precipitazioni.

## 5. STUDIO LITOLOGICO

I dati offerti dalla cartografia ufficiale alla scala 1:100.000 (Carta Geologica d'Italia, F° 63 « Legnago » e F° 75 « Mirandola »), dalla carta della litologia di superficie del Comprensorio 31 (AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE MANTOVA, 1979) e quelli deducibili dai primi metri delle stratigrafie dei pozzi per acqua, sono insufficienti a definire le caratteristiche litologiche di superficie e spesso anche inesatti. La litologia superficiale è stata quindi ricostruita sulla base di esame diretto, in campagna, di circa 80 campioni prelevati a profondità variabile da 0,5 m a 1 m immediatamente al di sotto del terreno agricolo rimaneggiato e umificato.

La determinazione in campagna dei tipi granulometrici è stata eseguita sottoponendo a taglio con filo armonico i campioni secondo la tecnica messa a punto da GASPERI e GELMINI (1976).

Il rilevamento in campagna, l'osservazione delle fotografie aeree e la ricostruzione dettagliata dell'altimetria, hanno permesso di delimitare le aree di affioramento dei diversi litotipi presenti nel settore di pianura considerato.

Le distinzioni possibili sono risultate tre e la loro distribuzione è illustrata nella « Carta della Litologia di superficie » (fig. 9).

Le tre classi granulometriche riportate in carta sono:

- 1 - Terreni prevalentemente sabbiosi, intendendo con questo termine loam o terreni misti, nei quali la sabbia è prevalente, ma dove compaiono nel contempo percentuali variabili di limo e/o argilla;
- 2 - Terreni prevalentemente limosi;
- 3 - Terreni prevalentemente argillosi.

Per la definizione di questi ultimi due tipi di terreni valgono le medesime notazioni fatte per i terreni prevalentemente sabbiosi.

La distribuzione dei vari tipi litologici non è omogenea, ma legata al reticolo idrografico dei rami del Po, che anticamente divagano nella zona in esame in stretta relazione con quanto affermato nel cap. 4. Così i terreni sabbiosi sono localizzati principalmente in corrispondenza di antichi alvei fluviali ove, a causa della relativamente forte velocità della corrente, era possibile il trasporto dei materiali più grossolani.

I materiali più fini (argillosi e limosi) si sono invece depositati nelle parti più depresse, in seguito a straripamento dei fiumi, o rotte degli argini naturali, e conseguente decantazione delle acque alluvionali.

Dall'analisi della fig. 9 risulta che a Nord dell'allineamento Quistello-San Rocco si ha prevalenza di terreni limoso-sabbiosi, mentre a Sud prevalgono terreni limoso-argillosi. In particolare, per quanto riguarda il primo settore, si nota tra Quistello e S. Lucia una estesa zona a litologia prevalentemente sabbiosa legata molto probabilmente a un paleo-Po occupato ora dal F. Secchia (come già detto nel par. 4.1.2, il F. Secchia confluisce nel Po a Nord di Quistello occupando una serie di meandri abbandonati dal Po). Un'altra lente sabbiosa si riscontra in corrispondenza del centro abitato di San Rocco, legata al paleoalveo di Po che rappresenta un tratto del Po di Adria. Tra le due zone si ha una litologia prevalentemente limosa, che diviene argillosa in corrispondenza della depressione altimetrica che si riscontra a NE di San Rocco.

Nel settore a Sud dell'allineamento Quistello-San Rocco si ha una distribuzione litologica più complessa. Si tratta infatti di aree poste tra i principali paleo-alvei di Po individuati: paleoalveo Quistello-San Rocco e paleoalveo Barco-Corte Stoffi. Spiccano in questo settore le lenti sabbiose di Zamboni e del dosso Barco-Corte Stoffi legati a paleoalvei di Po attivi prima dell'VIII sec. a.C.; tra esse si hanno terreni prevalentemente limosi. Infine all'estremità meridionale dell'area si ha una zona argillosa che si sviluppa maggiormente nei territori limitrofi.

Un'ultimo cenno va fatto per le aree golenali, che nella carta litologica sono state considerate a parte. Si tratta di territori destinati dall'uomo a ricevere le acque di piena, per cui presentano una distribuzione litologica uniforme a granulometria fine non specificata in carta. Fa eccezione la vasta area golenale dell'Imperata dove si hanno terreni prevalentemente argillosi a Nord e prevalentemente sabbiosi a Sud.

Nella fig. 9 sono stati inoltre ubicati i pozzi idrici e le sezioni geologiche elaborate per la ricostruzione della copertura alluvionale (cfr. cap. 3).

## 6. CONCLUSIONI

I risultati di maggior rilievo di questa ricerca sono rappresentati dalla individuazione delle principali strutture morfologiche del territorio di Quistello (alcune delle quali erano sconosciute) e dalla ricostruzione delle principali tappe evolutive di tali strutture negli ultimi millenni. Sono stati inoltre illustrati in dettaglio dati di geomorfologia applicata, riguardanti le condizioni di drenaggio del territorio esaminato, di litologia di superficie e di idrogeologia.

In particolare, lo studio della copertura alluvionale ha permesso di individuare tre falde acquifere nei primi 120 m di profondità, che risultano intercomunicanti in corrispondenza del centro abitato di Quistello; inoltre ha messo in luce che i depositi sabbiosi, che ospitano le suddette falde, danno complessivamente luogo a continui banconi, di spessore variabile, allungati sia in senso E-W che in senso N-S.

Lo studio delle condizioni geomorfologiche generali ha messo in evidenza come il territorio esaminato faccia parte di una piana alluvionale con quote abbastanza diverse da punto a punto; le forme del rilievo più caratteristiche sono rappresentate da alcuni dossi allungati, corrispondenti a corsi fluviali abbandonati e da unità areali di forma concava altimetricamente depresse.

Dallo studio delle condizioni di drenaggio risulta che la rete scolante funziona scaricando le acque nei territori posti a oriente, come conseguenza dell'assetto altimetrico generale; la rete sembra in grado di provvedere allo smaltimento delle acque su tutto il territorio, comprese alcune aree a difficoltoso drenaggio.

Lo studio litologico ha portato alla compilazione di un elaborato cartografico che mette in evidenza come il terreno superficiale risulti costituito da sedimenti con granulometrie variabili dalle sabbie alle argille. La distribuzione dei tipi litologici è legata al reticolo idrografico di paleo-corsi del Po. Questo fatto risulta apparentemente «strano» in considerazione della situazione attuale che vede il Secchia divagare con notevole sviluppo all'estremità occidentale dell'area ed il Po relegato a Nord e solo per un breve tratto confinante con la zona studiata. La ricostruzione dell'evoluzione morfologica degli ultimi millenni chiarisce invece l'anomalia suddetta, poiché ha mostrato che il Po scorreva alquanto più a Sud rispetto alla posizione attuale e che il Secchia ha assunto il corso odierno solo verso il XIV-XV sec., occupando un ramo di Po abbandonato.

Confrontando i dati emersi dallo studio geomorfologico con quelli litologici, risulta che c'è una evidente relazione fra le varie unità morfo-

giche e la natura del terreno superficiale. Così ad esempio, nelle parti topograficamente più rilevate, in coincidenza o in prossimità degli alvei estinti, sono abbondantemente rappresentati i litotipi sabbiosi, mentre le parti più depresse risultano costituite prevalentemente da materiale argiloso o comunque fini.

#### Ringraziamenti

Si ringraziano il dott. Baraldi, il prof. Gasperi e il prof. Panizza per la revisione critica del manoscritto; il dott. Bollettinari per la collaborazione nella raccolta dei dati sulla litologia di superficie; il geom. Codifava del Consorzio di Bonifica di Revere, l'ing. Chiarelli e il geom. Rebecchi del Consorzio Interprovinciale per la Bonifica di Burana per la disponibilità dimostrata nella raccolta dei dati sull'altimetria e sul drenaggio superficiale.

#### BIBLIOGRAFIA

- AGIP MINERARIA (1959) - *I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale*. Atti del Congresso di Milano 30 sett. 5 ott. indetto dall'Acc. Naz. Lincei e dall'ENI.
- AGIP MINERARIA (1977) - *Temperature sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall'AGIP durante la ricerca e la produzione di idrocarburi in Italia*. F.lli Brugora, Segrate.
- ALESSIO M., ALLEGRI L., BELLA E., CALDERONI G., CORTESI C., CREMASCHI M., IMPRONTA S., PAPANI G., PETRONE V. (1981) - *Le datazioni <sup>14</sup>C della pianura tardowurmiana ed olocenica nell'Emilia occidentale*. Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia; Pubbl. n. 356 del Progetto Finalizzato Geodinamica, 3; Napoli.
- AMADESI E. (1982) - *Atlante aerofotografico con esempi di fotointerpretazione*. Ed. Pitagora - Bologna.
- AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE MANTOVA (1979) - *Le risorse idriche sotterranee del comprensorio 3I*, Progetto Ambiente, Vol. 2 Ass. Sanità e Ambiente.
- AQUATER - ENEL (1978) - *Interpretazione dei dati geofisici delle strutture plioceniche e quaternarie delle pianure padana e veneta*. Rapporto interno, S. Lorenzo in Campo.
- AUTORI VARI (Gruppo di Studio sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana) (1979) - *Indagine sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana. Parte seconda: lineamenti idrogeologici della Pianura Padana*. C.N.R., Quaderni dell'IRSA, 28 (II) Parma.
- AVERONE A. (1905) - *Cenni storici sul fiume Po*, in Min. LL.PP. - Mag. Po (1984). Per il Po e i suoi affluenti, 2° Conv. Idr. Pad., Parma.
- BARALDI F. (1969) - *Le falde acquifere della pianura medio-mantovana*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 100.
- BARALDI F. (1970a) - *Idrogeologia della zona di Guastalla, Moglia, S. Benedetto Po e Gazzuolo*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 101.
- BARALDI F. (1970b) - *Proposta di un nuovo tipo di rilevamento geologico applicativo in zone di pianura: un esempio nella pianura modenese-mantovana*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 101.
- BARALDI F. e PELLEGRINI M. (1976) - *Falde acquifere della Provincia di Mantova*. Quad. Ist. Ric. Sulle Acque, 28 (6).
- BARALDI F., CAMERLENGHI E., CANTONI A., CASTELI M., NOVELLINI G. (1981) - *Possibilità di smaltimento dei liquami zootecnici nell'oltrepò mantovano*. Amministrazione Provinciale Mantova, Assessorato Sanità e Ambiente.
- BARONI C., MARCHETTI G., PEROTTI C., VERGESI P.L. (1980) - *Metodologia seguita per la messa a punto della carta neotettonica relativa al V intervallo (Fogli: 60 - Piacenza e 61 - Crema - I e IV Quadrante)*, Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia; pubbl. n. 356 del P. F. Geodinamica, 2, Napoli.
- BARTOLOMEI G., BONDESAN M., DAL CIN R., MASÈ G., VÜLLERMIN F. (1975) - *Studio geologico coordinato per la pianificazione territoriale del Comune di Ferrara*. Mem. Soc. Geol. It., 14.
- BERNINI M., CREMASCHI M., PAPANI G., ROSSETTI G., SCAVETTI M. (1981) - *Neotettonica dei fogli 73 (Parma) e 74 (Reggio Emilia); metodologia seguita nello studio delle aree di pianura alluvionale per il V intervallo*. Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia; pubbl. n. 356 del P. F. Geodinamica, 2, Napoli.
- BONDESAN M. & CASTELLANI F. (1980) - *Dati preliminari sulla neotettonica del Foglio 65 (Adria), 76 (Ferrara) e 77 (Comacchio)*. Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia. Pubbl. n. 356 del P. F. Geodinamica, 2, Napoli.

- CALZOLARI M. (1981) - *La pianura modenese nell'età romana. Ricerche di topografia e toponomastica*. Bibl. Dep. St. Patria Modena, 59.
- CALZOLARI M. (1983) - *Navigazione interna, porti e navi nella pianura reggiana e modenese (secoli IX-XII)*. Bibl. Dep. St. Patria Modena, 71.
- CASTALDINI D. (1975) - *Studio geomorfologico della parte occidentale del territorio del Comune di Ferrara*. Tesi dell'Università degli Studi di Ferrara.
- CASTALDINI D., GASPERI G., PANIZZA M., PELLEGRINI M. (1979) - *Neotettonica dei fogli 74 (Reggio Emilia) e 75 (Mirandola) nell'intervallo da 18.000 B.P. all'attuale (V intervallo)*. Nuovi contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia; pubbl. n. 251 del P. F. Geodinamica, Napoli.
- CASTIGLIONI G. B. (1978) - *Il ramo più settentrionale del Po nell'antichità*. Atti e Mem. Acc. Patavina Sc. Lett. e Arti, XC.
- CASTIGLIONI G. B. (1982) - *Abbozzo di una carta dell'antica idrografia nella pianura tra Vicenza e Padova*. Scritti geografici in onore di Aldo Sestini, Società di Studi Geografici, Firenze, 1982, parte I.
- CASTIGLIONI G. B. (1985) - *Schema di uno studio di geomorfologia regionale sulla pianura padana*, in AA. VV. « Stato delle conoscenze sulla geologia della Pianura Padana ». M. e S. Litografia, Torino.
- CIABATTI M. (1966) - *Ricerche sull'evoluzione del delta padano*. Giornale di Geologia, 2.
- COLORNI V. (1959) - *Il territorio mantovano nel Sacro Romano Impero*, Milano.
- CONSORZIO DELLA BONIFICA DI REVERE (1933) - *Relazione riassuntiva*.
- CONSORZIO INTERPROVINCIALE PER LA BONIFICA DI BURANA (1966) - *Carta dell'altimetria a scala 1 : 50.000 con isoipse equidistanti 0,5 m*. LAC Firenze.
- CONSORZIO INTERPROVINCIALE PER LA BONIFICA DI BURANA (1985) - *Zone allagate per rotte dei fiumi Po, Secchia, Panaro*. Carta a scala 1 : 50.000; inedita.
- CREMASCHI M. & MARCHESINI A. (1978) - *L'evoluzione di un tratto di pianura Padana (prov. Reggio E. e Parma) in rapporto agli insediamenti ed alla struttura geologica tra il XV sec. a.C. e il sec. XI d. C.* Archeologia medievale, 5.
- CREMASCHI M., BERNABÒ BREA M., TIRABASSI J., D'AGOSTINI A., DALL'AGLIO P. L., MAGRI S., BARICCHI W., MARCHESINI A., NEPOTI S. (1980) - *L'evoluzione della pianura emiliana durante l'età del Bronzo, l'età romana e l'alto medio evo: geomorfologia ed insediamenti*. Padusa, 16, fasc. 1-2-3-4.
- CREMASCHI M. (1984) - *Il territorio mantovano fra il Boreale e l'età romana: l'evoluzione ambientale ed i documenti dell'intervento antropico*. In « Misurare la Terra. Centuriazione e coloni nel mondo romano: il caso mantovano ». Modena.
- CREMONINI S. (1982) - *Alcune puntualizzazioni sull'evoluzione morfologica del territorio budriese (Provincia di Bologna)*. Atti conv. « Il territorio di Budrio nell'antichità ».
- CREMONINI S. (1984) - *Analisi morfodinamica preliminare della pianura reggiano-modenese tra Crostolo e Secchia*. In Comune di Carpi - Ricerche archeologiche nel Carpigiano. Ed. Panini.
- DE CHAURAND DE SAINT EUSTACHE F. (1932) - *Le variazioni nel tronco medio del Po e dei suoi affluenti durante gli ultimi millenni*. L'Universo, 13, Firenze.
- ENI (1969) - *Enciclopedia del petrolio e del gas naturale*. Colombo editore. Roma.
- FAZZINI P., GASPERI G., GELMINI R. (1976) - *Litologia di superficie dell'alta e media pianura modenese*. Atti Società Nat. Mat. di Modena, 107.
- GASPERI G. e PELLEGRINI M. (1969) - *Le falde acquifere della pianura compresa tra Secchia, Panaro e Po*. Atti I Conv. Naz. Studi sui Probl. di Geol. Appl., VI, SA.MO.TER.

- GASPERI G. e GELMINI R. (1976) - *Determinazione speditiva della granulometria di rocce sciolte*. Gr. St. Quat. Pad., Quad. 3.
- GASPERI G. e PELLEGRINI M. (1981) - *Note di Geologia del Comprensorio della bassa pianura modenese*. Banca Popolare di Cavezzo.
- GASPERI G. e PELLEGRINI M. (1984) - *Strutture geologiche e idrografia della bassa pianura modenese*. Atti Conv. Mirandola e le terre del basso corso del Secchia.
- ISTITUTO DI GEOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI MODENA (1978) - *Metodologie e primi risultati di neotettonica nel modenese e territori limitrofi*. Mem. Sec. Geol. It., 19.
- LOMBARDINI E. (1843) - *Altre osservazioni sul Po* - Vol. 6 Politecnico Milano.
- LOMBARDINI E. (1844) - *Cenni idrografici sulla Lombardia*. Tip. Bernardoni Milano.
- LOMBARDINI E. (1865) - *Note sulle condizioni della pianura subappennina tra l'Enza e il Panaro e dei cangiamenti ivi avvenuti*. « Giornale dell'ingegnere e dell'architetto », XIII.
- LOMBARDINI E. (1870) - *Studi idrologici e storici sopra il grande estuario adriatico, i fiumi che vi confluiscono e principalmente gli ultimi tronchi del Po, susseguiti da considerazioni intorno ai progetti per la regolazione delle acque alla destra di questi*. Mem. del Reale Ist. Lomb. di Sc. e Lett., Cl. di Sc. Mat. e Nat., 11, 2° della s. 3ª; Tip. Bernardoni Milano.
- MONTANARI T. (1926) - *Sunto della storia del Po*. Milano.
- PAGLIA E. (1879) - *Saggio di Studi naturali sul territorio mantovano*. Mantova.
- PANIZZA M. (1975) - *Neotectonic and lithologic implications in the course of the Secchia and Panaro rivers (Northern Italy)*. St. Geomorph. Carp. Balc., IX.
- PELLEGRINI M. (1969) - *La pianura del Secchia e del Panaro*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena. 100.
- PELLEGRINI M. (1979) - *The Po Valley: methods of study, geological characteristics and examples of geomorphological evolution*. Proc. 15th Meeting I.G.U. Commission « Geomorphological Survey and Mapping », Modena, Italy.
- PELLEGRINI M. (1984) - *L'acqua è anche una calamità*. In Amm. Prov. Modena. Conoscere l'acqua. L'acqua in provincia di Modena.
- PELLEGRINI M. e ZAVATTI A. (1979) - *Le falde acquifere della pianura a sud del fiume Po, tra i fiumi Enza e Panaro*. Genio Rurale, 42-5.
- PELLEGRINI M. e ZAVATTI A. (1980) - *Il sistema acquifero sotterraneo tra i fiumi Enza, Panaro e Po: alimentazione delle falde, correlazioni idrochimiche*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, 51 (1).
- PIERI M. e GROPPI G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*. C.N.R. pubb. 414 P. F. Geodinamica, 13, 7.
- PORTA E. (1949) - *La bonifica di Burana*. Ed. Berben. Modena.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA (1975) - *Morfologia delle aree di pianura*. Carte a scala 1 : 25.000.
- REGIONE LOMBARDIA (1983) - *Cartografia tematica regionale*. Morfologia. Carte a scala 1 : 25.000.
- ROMANI G. (1828) - *Dell'antico corso del Po, Oglio e Adda*. Milano.
- TIRABOSCHI G. (1824) - *Dizionario topografico storico degli Stati Estensi*. Tip. Camerale Modena.
- TOSATTI C. (1956) - *Il corso medio e inferiore del F. Secchia nel Medioevo*. Cons. Interprov. per la Bonifica di Burana. STEM Mucchi, Modena.
- VEGGIANI A. (1972) - *Il ramo del Po di Adria nella tarda età del Bronzo*. Padusa 3-4.
- VEGGIANI A. (1974) - *Le variazioni idrografiche del basso corso del Po negli ultimi 3000 anni*. Padusa 1-2.