



ISPR A

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

Organo Cartografico dello Stato (legge n. 68 del 2,2,1960)

NOTE ILLUSTRATIVE

della

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

alla scala 1:50.000

foglio 181

PARMA NORD

a cura di

L. Calabrese¹

con i contributi di

**A. Ceriani², U. Cibirin¹, M.T. De Nardo¹, G. Di Dio¹,
A. Di Giulio², S. Lasagna¹, A. Martini¹, G. Papani³,
G. Zanzucchi³**

Petrografia **A. Ceriani², A. Di Giulio³**

¹ Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pavia

³ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Parma

Ente realizzatore

 **Regione Emilia Romagna**
Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Direttore del Servizio Geologico d'Italia - ISPRA: A. Todisco

***Responsabile del Progetto CARG per il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA:
F. Galluzzo***

Responsabile del Progetto CARG per la Regione Emilia-Romagna: R. Pignone

PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA:

Revisione scientifica:

C. D'Ambrogi, M. D'Orefice, M. Rossi

Coordinamento cartografico:

D. Tacchia (coord.), S. Falcetti

Revisione informatizzazione dei dati geologici:

L. Battaglini, C. Cipolloni, D. Delogu, M.C. Giovagnoli (ASC)

Coordinamento editoriale:

S. Falcetti , D. Tacchia

PER IL SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI - REGIONE EMILIA-ROMAGNA:

Coordinamento informatizzazione:

M. Grandi, A. Martini (direzione lavori), I. Pellegrino

Coordinamento allestimento cartografico per la stampa:

A. Angelelli (direzione lavori), S. Scappini

Informatizzazione e allestimento per la stampa:

S.EL.CA. s.r.l., Firenze

Gestione tecnico-amministrativa del Progetto CARG:

M.T. Lettieri - Servizio Geologico d'Italia - ISPRA

G. Falanga, S. Stagni - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna

Si ringraziano i componenti dei Comitati Geologici per il loro contributo scientifico.

Stampa: S.EL.CA. s.r.l., Firenze - 2009

INDICE

I	- INTRODUZIONE	pag.	5
II	- CARTOGRAFIA GEOLOGICA E LETTERATURA PRECEDENTI	»	7
III	- INQUADRAMENTO GENERALE	»	9
1.	- CARATTERI GEOGRAFICI GENERALI	»	9
2.	- ASSETTO STRUTTURALE	»	9
IV	- STRATIGRAFIA	»	11
1.	- IMPOSTAZIONE DELLA LEGENDA	»	11
2.	- SUCCESSIONE DEL DOMINIO UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLO	»	17
2.1.	- UNITÀ TETTONICA SALSOMAGGIORE	»	17
2.1.1.	- <i>Formazione del Torrente Ghiara</i>	»	18
2.2.	- OLISTOSTROMA DI BAGNI DI TABIANO	»	18
3.	- SUCCESSIONE POST-EVAPORITICA DEL MARGINE PADANO-ADRIATICO	»	20
3.1.	- FORMAZIONE A COLOMBACCI	»	20
3.2.	- ARGILLE DI LUGAGNANO	»	22
3.3.	- SUPERSINTEMA QUATERNARIO MARINO	»	23
3.3.1.	- <i>Sintema del Torrente Stirone</i>	»	24
3.3.2.	- <i>Sintema di Costamezzana</i>	»	26
3.4.	- SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	»	27
3.4.1.	- <i>Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore</i>	»	27
3.4.2.	- <i>Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore</i>	»	28
3.4.2.1.	- <i>Subsintema di Monterlinzana</i>	»	29
3.4.2.2.	- <i>Subsintema di Maiatico</i>	»	30
3.4.2.3.	- <i>Subsintema di Agazzano</i>	»	31
3.4.2.4.	- <i>Subsintema di Villa Verucchio</i>	»	32
3.4.2.5.	- <i>Subsintema di Ravenna</i>	»	35

4.	- DEPOSITI QUATERNARI INTRAPPENNINICI CONTINENTALI PRIVI DI UNA FORMALE CONNOTAZIONE STRATIGRAFICA »	37
V	- TETTONICA E SEDIMENTAZIONE »	39
1.	- TETTONICA E SEDIMENTAZIONE NEL QUATERNARIO »	39
1.1.	- INTRODUZIONE »	39
1.2.	- DISCUSSIONE SULLE SEZIONI STRATIGRAFICHE ALLEGATE AL FOGLIO 181 E CONSIDERAZIONI DI NEOTETTONICA . . . »	40
VI	- LA CARTOGRAFIA DEL SOTTOSUOLO: LA CARTA DEL TETTO DELLE GHIAIE E DELLE SABBIE E GLI SCHEMI DELLE BASI DI AES, AEI E CMZ »	43
VII	- ASPETTI AMBIENTALI E APPLICATIVI. »	47
1.	- RISORSE IDROPOTABILI »	47
2.	- LE ACQUE SOLFUREO-SOLFATO-CALCICHE DI TABIANO BAGNI »	53
APPENDICE 1		
CARTOGRAFIA GEOLOGICA E DIFESA DEL SUOLO »		55
APPENDICE 2		
ANALISI PETROGRAFICHE »		63
BIBLIOGRAFIA »		70

I - INTRODUZIONE

Il presente lavoro è stato realizzato sulla base dei rilevamenti geologici eseguiti tra gli anni 1993 e 1995, tra il 1996 e il 1997 e tra il 2001 e il 2002 nell'ambito del progetto "Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo alla scala 1:10.000" della Regione Emilia-Romagna e sulla base dei rilevamenti ex-novo dei depositi quaternari in scala 1:10.000 e 1:25.000. Tra gli anni 1993 e 2002 il Gruppo di ricerca ha curato la revisione dei rilevamenti per l'allestimento della carta geologica alla scala 1:50.000.

Il criterio di rilevamento adottato per i terreni pre-quaternari è quello lito-stratigrafico; le unità cartografate sono state organizzate secondo la gerarchia classica (formazioni e membri), utilizzando termini informali (complessi e lito-zone) per le unità di incerta collocazione stratigrafica o per quelle il cui stato di conoscenza non permette, per il momento, una migliore definizione.

Le unità cartografate sono state raggruppate in grandi insiemi, domini e successioni, in base a rapporti stratigrafici e tettonici riconosciuti a scala regionale e all'interpretazione dell'evoluzione paleogeografica dei bacini sedimentari. All'interno dei rispettivi domini sono state definite delle unità tettoniche, comprendenti una o più unità litostratigrafiche, caratterizzate dalla posizione strutturale e dalla propria successione stratigrafica.

I depositi pre-quaternari affiorano molto limitatamente nel F. 181, nel settore di SO nei pressi di Salsomaggiore e dei Bagni di Tabiano, mentre i depositi quaternari ne coprono la quasi totalità.

Lo studio dei depositi quaternari è stato indirizzato a definirne la geometria ed i caratteri fisico-stratigrafici nelle 3 dimensioni, vale a dire sia in affioramento che nel sottosuolo. Per la cartografia di questi terreni è stato utilizzato un criterio stratigrafico-sequenziale, che ha portato alla definizione e alla correlazione a livello regionale di Sequenze Deposizionali *sensu* MITCHUM *et alii* (1977) che, nelle porzioni comprese tra le discontinuità stratigrafiche di base e di tetto, equi-

valgono ad unità formali a limiti inconformi (UBSU), vale a dire Supersintemi, Sintemi e Subsintemi; quest'ultimi sono stati in parte suddivisi in sottounità informali definite su base morfologica e pedostratigrafica.

Lo studio dei depositi quaternari si è articolato in tre fasi di lavoro utilizzando molteplici metodologie d'indagine, di seguito specificate:

- I fase: raccolta dei dati geognostici esistenti. I dati, ubicati sulla cartografia tecnica regionale in scala 1:10.000 e caricati nella Banca Dati Geognostici Regionale (BDGR), comprendono (escluse le linee sismiche e i dati analitici di laboratorio) 198 sondaggi, 588 prove penetrometriche, 127 stratigrafie di pozzi Agip, 1525 stratigrafie di pozzi per acqua.
- II fase: studio geologico di superficie. L'analisi delle foto aeree, tarata con un rilevamento geologico in scala 1:10.000, con l'esecuzione di 78 trivellate manuali e con l'esame della BDGR (con 512 dati pedologici puntuali), ha consentito di definire e delimitare le USBU affioranti, formali ed informali, e di elaborare sia la Carta geologica di superficie che la Carta del tetto delle ghiaie relativa a gran parte della zona di pianura del Foglio. Per la descrizione pedostratigrafica delle unità continentali si è tenuto conto dei rilievi pedologici condotti dall'Ufficio Pedologico Regionale nell'ambito dei rilevamenti per la "Carta dei suoli della Regione Emilia-Romagna" (FILIPPI & SBARBATI, 1994); per la descrizione dei colori degli orizzonti si è fatto riferimento ai codici delle "Munsell Soil color charts".
- III fase: studio geologico di sottosuolo. Sulla base dei dati stratigrafici raccolti nella BDGR è stata costruita una rete di sezioni geologiche parallele e trasversali al margine, con maglia quadrangolare di circa 10 km², che ha condotto ad una ricostruzione tridimensionale dell'architettura dei depositi in esame (DI DIO *et alii*, 1997a,b). Le sezioni, sviluppate a partire dalle unità e dai limiti geologici affioranti, descrivono i depositi quaternari nel sottosuolo mediante l'utilizzo di numerosi profili sismici messi gentilmente a disposizione dall'ENI-AGIP e 12 sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti *ad hoc* per il progetto CARG, spinti a profondità variabile tra i 40 e 177 m, corredati da un numero consistente di prove in sito (prove di permeabilità, prove di resistenza dei terreni, carotaggi radioattivi e prove di velocità in pozzo) e analisi di laboratorio (biostratigrafiche, petrografiche, geotecniche e di età radiometrica). La maglia di sezioni geologiche e l'interpretazione stratigrafica del sottosuolo hanno subito, dal 1993 al 2000, ben 4 revisioni complete, adeguandosi progressivamente alle teorie di correlazione delle unità a limiti inconformi che andavano man mano sviluppandosi e pervenendo ad una integrazione delle metodologie fisico-stratigrafiche e sedimentologiche, tipiche della ricerca petrolifera dell'ultimo quarto di secolo, con quelle più tradizionali di derivazione geomorfologica e pedologica; tale metodologia integrata sarà illustrata nel Capitolo V-1. e la sua trattazione estesa è stata sviluppata in Appendice 3 delle Note illustrative del Foglio 199, a cui si rimanda per un approfondimento.

II - CARTOGRAFIA GEOLOGICA E LETTERATURA PRECEDENTI

(a cura di G. Zanzucchi)

L'area rappresentata sul Foglio 181 Parma Nord è stata oggetto di studio sino dal primo '900, soprattutto per l'interesse delle prime Società allo sfruttamento degli idrocarburi. Nella letteratura geologica passata sono presenti, quindi, soprattutto lavori che riguardano i terreni più antichi, coinvolti nelle strutture geologiche, come quella di Salsomaggiore, in cui si individuano i principali serbatoi; questi studi trattano solo marginalmente l'area del F. 181 e si riferiscono a settori più prossimi al margine della catena appenninica.

Dopo le osservazioni di SACCO sull' "Appennino dell'Emilia" (1893), la zona venne presa in considerazione dalle prime industrie petrolifere oltre che da CAMERANA & GALDI (1911) nel loro lavoro sui "Giacimenti petroliferi dell'Emilia".

Nel 1923 e nel 1927 vengono pubblicati gli importanti lavori di ANELLI sulle "Miniere di Vallezza e di M. Rotondo" ed i "Cenni tettonici sulla regione collinosa interposta tra lo Stirone e il Taro", che sottolineano ancora una volta l'interesse per la ricerca e lo sfruttamento di idrocarburi liquidi e gassosi in queste aree.

Le ricerche che seguono questo periodo sono spesso intese a sviluppare il problema della presenza di idrocarburi o quello della loro "roccia serbatoio".

Da segnalare gli importanti lavori di MERLA (1951), WIEDENMAYER (1955) e LUCCHETTI *et alii* (1962), ed altri ancora.

E' tuttavia nel 1954 con V. Petters, C. Wiedenmayer e G. Merla che vengono distinte, in questo settore di catena, due serie sovrapposte in modo anomalo: quella superiore ligure, che pure contiene idrocarburi e quella inferiore "autoctona", miocenica, da collegarsi alla struttura di Salsomaggiore ed appartenente alle Unità padane.

Negli anni successivi vengono migliorate le conoscenze stratigrafiche e tettoniche con dettagliati lavori di biostratigrafia, ricostruzioni ambientali e tentativi di separazione e individuazione delle unità tettoniche presenti.

Per quanto riguarda lo studio delle successioni tardo plioceniche e quaternarie del margine appenninico del settore parmense, in cui ricade il F. 181, costituiscono un punto di riferimento i lavori di Di Dio (1996a) e Di Dio *et alii* (1997a,b), in cui viene utilizzato l'approccio stratigrafico-sequenziale adottato anche per l'analisi stratigrafica della successione del Foglio stesso.

PROGETTO
CARG

III - INQUADRAMENTO GENERALE

1. - CARATTERI GEOGRAFICI GENERALI

Il Foglio 181 è compreso geograficamente in un quadrilatero ai cui vertici si trovano (in senso orario partendo dal vertice NW) gli abitati di Busseto, Coltaro, Parma e i Bagni di Tabiano. Nel margine di NE il Foglio è limitato dal fiume Po. Il territorio, dal punto di vista amministrativo, appartiene alla provincia di Parma.

L'area del Foglio è caratterizzata, quasi per intero, dalla piana alluvionale costruita sia dagli apparati fluviali appenninici sia dal fiume Po. I rilievi maggiori sono modesti, non superando la quota di 280 m (Case Zan), e sono situati nell'angolo di SO del Foglio, .

Nel settore orientale l'intera superficie è drenata dal fiume Taro (nell'area del Foglio è compreso il Parco Fluviale Regionale del Taro) e, in parte, dal torrente Parma; nel settore occidentale i torrenti Ghiara e Parola confluiscono rispettivamente con i torrenti Stirone e Rovacchia che confluiscono tra loro e quindi col fiume Taro nel settore di NE; il settore di NW risulta drenato da una rete minore di torrenti e canali. Il corso del fiume Po è intercettato limitatamente nel margine nord-orientale del Foglio.

2. - ASSETTO STRUTTURALE

Il Foglio 181 ricade nel margine meridionale del Bacino Sedimentario Padano, vasta depressione delimitata a cintura dai rilievi appenninici ed alpini e colmata da un potente accumulo di depositi marini ed alluvionali di età pliocecnica e quaternaria.

L'attuale strutturazione del bacino trae origine dalle spinte deformative che, a partire dal Miocene superiore, hanno coinvolto l'Appennino Settentrionale e

l'antistante substrato padano, provocandone la deformazione secondo un modello generale a falde sovrapposte ed embrici NE vergenti (PIERI & GROPPI, 1982).

Nell'area di pertinenza del Foglio 181 più prossima alla catena, nel settore di SW, sono presenti soltanto le unità tettoniche più esterne semi-alotone del dominio Umbro-marchigiano-romagnolo, sulle quali sono sovrascorse le unità liguri, più interne.

Queste unità sono anche le più profonde, sepolte dal ricoprimento tettonico delle falde liguri, ed affiorano perchè sollevate dalla struttura di Salsomaggiore. In particolare, questa struttura mostra in affioramento un asse a direzione NW-SE, con graduale immersione verso SE. Nelle aree di pianura sono noti, grazie soprattutto ai profili sismici dell'AGIP, due archi di accavallamenti, in gran parte sepolti, sviluppati con orientamento NW-SE. Si tratta di gruppi di strutture anticlinaliche, associate a piani di scollamento ed accavallamento (*thrusts*) immergenti generalmente verso SW con inclinazioni comprese tra 20° e 30°, separati da ampie zone sinclinaliche fortemente subsidenti. Il primo arco è impostato in corrispondenza dell'attuale margine morfologico dell'Appennino, il secondo, più a settentrione, si estende dall'Appennino vogherese fino a Reggio Emilia sull'allineamento Cremona - Parma. L'arco di accavallamenti più meridionale è conosciuto nella letteratura geologica (PIERI & GROPPI, 1982; BERNINI & PAPANI, 1987) con il nome di "Fronte di Sovrascorrimento Pedeappenninico" (*Pedeapenninic Thrust Front*, PTF), il secondo, più settentrionale, è conosciuto con il nome di "Fronte di Sovrascorrimento Esterno" (*External Thrust Front*, ETF) e costituisce l'arco di accavallamenti sepolti attualmente attivi nel Bacino Padano, come dimostrano i recenti terremoti.

IV - STRATIGRAFIA

(a cura di L. Calabrese, G. Di Dio & S. Lasagna)

1. - IMPOSTAZIONE DELLA LEGENDA

Le unità cartografate possono essere raggruppate in due grandi insiemi:

- a) Successione del dominio Umbro-marchigiano-romagnolo;
- b) Successione post-evaporitica del margine padano-adriatico.

- a) Successione del dominio Umbro-marchigiano-romagnolo.

Alla successione del dominio Umbro-marchigiano-romagnolo appartiene l'Unità tettonica di Salsomaggiore, che costituisce l'unità strutturalmente più bassa di questo settore della catena appenninica. L'attribuzione di questa unità al Dominio Umbro-marchigiano-romagnolo è stata guidata dalle interpretazioni eseguite dai ricercatori dell'AGIP di numerosi profili sismici; la loro analisi sembrerebbe mostrare un collegamento diretto della struttura di Salsomaggiore al di sotto della coltre ligure con l'area di affioramento classica delle unità appartenenti al Dominio Umbro-marchigiano-romagnolo, ad oriente della ben nota "Linea del Sillaro" Auctt. Più specificatamente viene suggerita la correlazione dei terreni della struttura di Salsomaggiore con la Formazione Marnoso-arenacea.

Nell'adiacente foglio geologico F. 198-Bardi, la stessa unità era invece stata inserita nel Dominio Padano, prendendo spunto dalla Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale (C.N.R., 1982), dove i terreni della struttura di Salsomaggiore vengono ascritti a non meglio specificate Unità padane interne.

Al dominio Umbro-marchigiano-romagnolo viene attribuito anche l'Olistostoma di Bagni di Tabiano. Questa unità ha una struttura caotica ed è costituita interamente da lembi deformati e risedimentati di successioni epiliguri (Formazione di Antognola e Formazione di Cotignaco). Nel Foglio 180

Salsomaggiore Terme corrisponde al Sintema di Campore. Lo studio del sottosuolo condotto in questo Foglio limitrofo ha evidenziato che essa rappresenterebbe il deposito sintettonico legato alla fase deformativa intra-messiniana che, nel settore di catena in esame, determina la chiusura della sedimentazione dell'Unità di Salsomaggiore e quindi costituisce la parte superiore di un'ultima sequenza deposizionale principale umbro-marchigiana-romagnola definita su basi sismostratigrafiche.

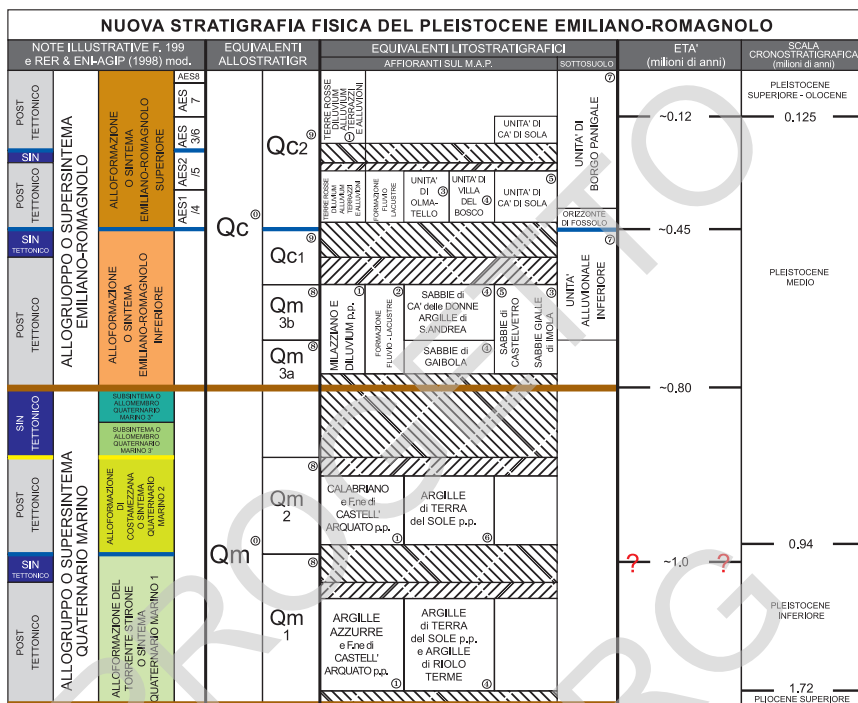
b) Successione post-evaporitica del margine padano-adriatico.

La successione post-evaporitica del margine padano-adriatico si presenta nel suo complesso come un ciclo sedimentario trasgressivo - regressivo, costituito alla base da depositi continentali, seguiti da depositi francamente marini e con al tetto ancora depositi continentali. Nel Foglio 181 essa è stata suddivisa, in accordo con i cicli trasgressivo-regressivi di RICCI LUCCHI *et alii* (1982), in quattro gruppi di unità geologiche separate da importanti superfici di discontinuità stratigrafica e caratterizzate da depositi litologicamente e tessituralmente differenti. Di seguito sono elencate dalla più antica alla più recente:

- Formazione a colombacci, equivalente al ciclo M;
- Argille di Lugagnano, equivalente al ciclo P2;
- Supersintema Quaternario Marino, equivalente all'omonimo ciclo Qm;
- Supersintema Emiliano-Romagnolo, equivalente al ciclo Quaternario continentale Qc.

Le prime due unità, pur possedendo alcuni attributi richiesti dalla classe delle unità a limiti inconformi, sono state cartografate come unità litostratigrafiche formali, in accordo con la cartografia geologica precedente. Recentemente, nel limitrofo F. 180, dove queste unità mostrano con maggior chiarezza, sia in affioramento sia nel sottosuolo, la natura delle superfici che le limitano, le Argille di Lugagnano, la Formazione a colombacci, insieme alla Formazione di Vernasca, non affiorante nel F. 181, sono state raggruppate nel Sintema del torrente Ongina. Le ultime due sono unità a limiti inconformi formali (UBSU; Fig. 1), in accordo con le prescrizioni della "Guida al rilevamento della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000" (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1992). Tale classe di unità consente l'interpretazione stratigrafico-sequenziale e la correlazione fisica nel sottosuolo, a scala regionale, dei depositi quaternari (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998), in quanto ogni USBU coincide con la porzione marginale di una sequenza deposizionale (*sensu* MITCHUM *et alii*, 1977) che si estende fisicamente sull'intero bacino sedimentario.

La Formazione a colombacci è costituita da depositi caratteristici di un ambiente transizionale tra quello continentale e quello lagunare, con facies e associazioni faunistiche tipiche di ambienti d'acqua dolce o sottosalata. In letteratura questa formazione era stata denominata finora con termini informali quali "Messiniano iposalino" o "Serie clastica continentale" (IACCARINO & PAPANI, 1979); la successione mostra nel suo complesso una tendenza trasgressiva, ricca di facies grossolane ed è stata suddivisa in tre litofacies stratigraficamente



Riferimenti Bibliografici

- ① Ricci Lucchi et Al. (1982)
- ② Carta Geologica d'Italia 1:100.000
- ③ Cremaschi (1982)
- ④ Vai (1984) - Marabini et Al. (1987)
- ⑤ Farabegoli (1985)
- ⑥ Gasperi et Al. (1987)
- ⑦ Nuova Carta Geologica d'Italia 1:50.000 (in stampa) F. 218 - F. 254
- ⑧ Amorosi & Farina (1994)
- ⑨ Amorosi et Al. (1998 a)
- ⑩ Amorosi et Al. (1998 b)

Legenda






-  Discontinuità Principali
-  Discontinuità Minori
-  Base di Sin-Tettonico Regionale
-  Lacuna stratigrafica per non deposizione
-  Lacuna stratigrafica per erosione

Fig. 1 - Inquadramento cronostratigrafico della successione del Pliocene superiore, Pleistocene ed Olocene della pianura emiliano-romagnola e del margine appenninico-padano. Sono confrontate le unità distinte utilizzando i criteri della stratigrafia fisica con le unità litostatigrafiche, definite da vari autori negli ultimi 20 anni di studio di questo settore.

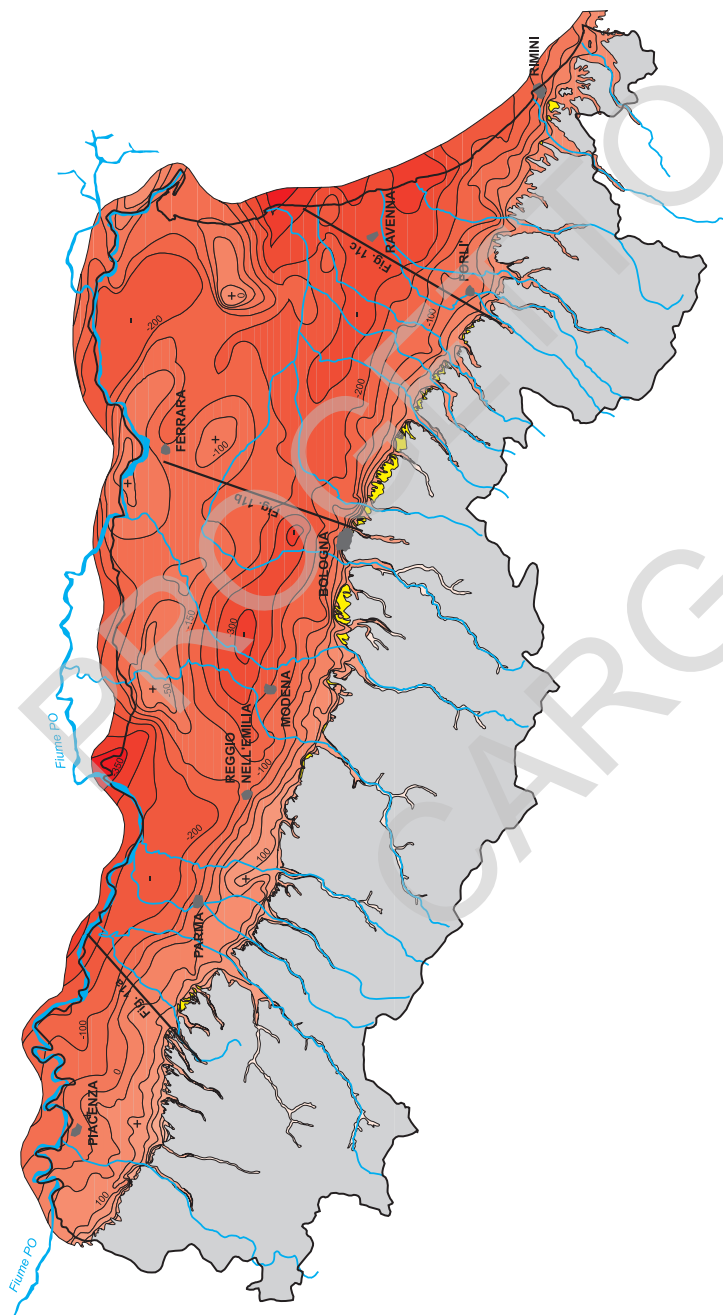


Fig. 2 - Isobate della base del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore nel sottosuolo della pianura Padana. L'andamento irregolare, con la presenza di culminazioni e depressioni, è testimonianza di un'attività tettonica recente. E' mostrata inoltre la distribuzione regionale degli affioramenti del Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore (in giallo).

sovrapposte, anche se con sicuri rapporti laterali, almeno parziali, tra le varie sottounità. Questa formazione rientra nel ciclo sedimentario M: ciclo miocenico sommitale o messiniano “superiore” (RICCI LUCCHI *et alii*, 1982).

La Formazione a colombacci è in contatto discordante sulle unità tettoniche liguri e trasgredisce sulle unità umbro-marchigiano-romagnole.

Le Argille di Lugagnano si sono deposte in un bacino profondo a sedimentazione torbiditica, compreso tra l'ambiente neritico inferiore e la piana batiale (IACCARINO & PAPANI, 1982), probabilmente corrispondente al settore interno dell'avanfossa pliocenica del fronte appenninico.

Le Argille di Lugagnano rappresentano l'evoluzione del ciclo sedimentario trasgressivo che si sviluppa durante tutto il Pliocene e parte del Pleistocene (IACCARINO & PAPANI, 1982), a partire dalla formazione di Vernasca, non affiorante nel F. 181, e dalla Formazione a colombacci (cicli M, P1 e P2 di RICCI LUCCHI *et alii*, 1982) su cui le Argille di Lugagnano si depositano con un contatto netto.

Il Supersistema Quaternario Marino equivale al Calabriano della Carta Geologica della Provincia di Parma e zone limitrofe scala 1:100.000 (ISTITUTO DI GEOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI PARMA, 1965) e alla parte alta della Formazione di Castell'Arquato (Pliocene medio - Pleistocene inferiore), affiorante nell'adiacente Foglio 180 e cartografata nella CARTA GEOLOGICA D'ITALIA in scala 1:100.000 Foglio 72 Fiorenzuola d'Arda (1969). E' stato conservato per questa unità il nome “storico” attribuitogli nel 1982, anche se nella parte occidentale dell'adiacente Foglio 180, come illustrato in Fig. 2, sono stati correlati con il Quaternario Marino terreni di origine continentale (CALABRESE & DI DIO, in prep.). All'interno del Supersistema Quaternario Marino sono state individuate due unità principali (DI DIO *et alii*, 1997a,b): un'unità inferiore, detta Sintema del Torrente Stirone (equivalente al Sintema QM1 di REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998), magnificamente esposta nella sezione affiorante lungo il torrente da cui prende il nome, ed un'unità superiore, detta Sintema di Costamezzana (equivalente ai Sintemi QM2 e QM3 di DI DIO *et alii*, 1997a,b), che affiora in corrispondenza delle principali incisioni fluviali lungo il Margine Appenninico compreso nel Foglio 181. Esse sono separate da una superficie di discontinuità stratigrafica (passante verso N nella correlativa superficie di continuità), individuata in affioramento e seguita nel sottosuolo tramite l'interpretazione dei profili sismici forniti dall'AGIP S.p.a., tarati mediante i logs dei pozzi petroliferi.

Il Supersistema Emiliano-Romagnolo (Figg. 1, 2 e 3) è costituito nel Foglio 181 da depositi di conoide e di piana alluvionale e da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati. In esso sono compresi i depositi conosciuti in letteratura come “Formazione fluvio-lacustre” (CREMASCHI, 1982) e tutti i depositi alluvionali, terrazzati, cartografati nella CARTA GEOLOGICA D'ITALIA in scala 1:100.000 Foglio 73 Parma (1964) e Foglio 72 Fiorenzuola d'Arda (1969) e nella Carta Geologica della Provincia di Parma e zone limitrofe scala 1:100.000 (ISTITUTO DI GEOLOGIA UNIVERSITÀ DI PARMA, 1965).

Questa unità giace in discordanza sul Supersistema Quaternario Marino,

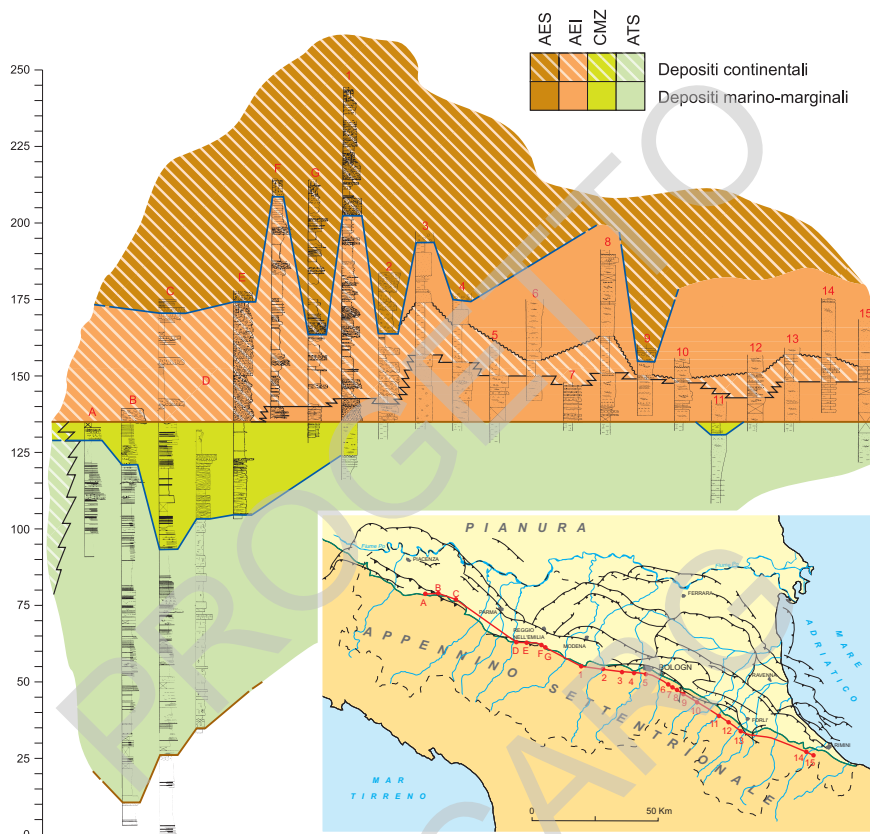


Fig. 3 - Sezione geologica lungo il margine appenninico-padano, mostrante le relazioni stratigrafiche e sedimentologiche latero-verticali tra le unità plio-pleistoceniche.

di età Pliocene superiore? - Pleistocene inferiore, il quale risulta costituito da terreni paralic e marini che si sono depositi al di sopra di una estesa superficie di discontinuità al termine di un evento di sollevamento tettonico di importanza regionale. La superficie di discontinuità è stata riconosciuta in affioramento e cartografata nel sottosuolo del Foglio mediante l'utilizzo congiunto di sismica, pozzi e sondaggi.

All'interno del Supersistema Emiliano-Romagnolo, sono state individuate due unità principali (Di Dio *et alii*, 1997a,b): un'unità inferiore, detta Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) ed un'unità superiore detta Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES). Esse sono separate da una superficie di discontinuità stratigrafica (passante verso N nella correlativa superficie di discontinuità), individuata in affioramento e seguita nel sottosuolo tramite l'interpre-

tazione dei profili sismici forniti dall'ENI-AGIP, tarati sulla scorta della Banca Dati Geognostici regionale, integrata con i dati dei carotaggi continui.

Il Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore è stato suddiviso in cinque subsistemi identificabili in affioramento mediante caratteristiche morfo-pedostratigrafiche: si tratta infatti di depositi di conoide alluvionale, terrazzati, le cui ultime superfici deposizionali, ora relitte, poste a quote diverse e separate da scarpate erosive, presentano evoluzione pedostratigrafica differente. Le superfici di discontinuità erosiva che separano i cinque subsistemi sono state interpolate nel sottosuolo sulla griglia di sezioni geologiche che collegano i pozzi meglio descritti della Banca Dati Geognostici regionale. I subsistemi più recenti (Subsistema di Ravenna e Subsistema di Villa Verucchio) e il Subsistema di Maiatico sono stati ulteriormente suddivisi, sempre grazie agli attributi morfo-pedostratigrafici, in unità di rango stratigrafico inferiore. Anche i depositi alluvionali terrazzati (bn), affioranti in contesto intravallivo, sono stati attribuiti al Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore, in accordo con una recente revisione operata nei Fogli 179 e 180.

All'interno delle singole successioni, la descrizione seguirà sempre l'ordine di sovrapposizione stratigrafica, procedendo dall'unità più antica a quella più recente.

2. - SUCCESSIONE DEL DOMINIO UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLO

Questa denominazione è stata scelta poiché si ritiene che i terreni appartenenti all'Unità tettonica di Salsomaggiore in affioramento, possano essere correlabili direttamente alla Formazione Marnoso-arenacea, classicamente ascrivita al Dominio Umbro-marchigiano-romagnolo.

A questo dominio è stato attribuito anche l'Olistostroma dei Bagni di Tabiano. Nel Foglio 181 questa unità affiora molto limitatamente ed è rappresentata unicamente dai lembi della successione epiligure; relativamente ad essa non è stato condotto uno studio dettagliato della successione sepolta. Per questi motivi si integra la descrizione con quella riportata nel Foglio 180 confinante.

2.1. - UNITÀ TETTONICA SALSOMAGGIORE

Quest'unità è localizzata nel margine estremo SW del Foglio.

L'Unità tettonica Salsomaggiore affiora in finestra tettonica e rappresenta, in questo settore di Appennino, l'unica emergenza delle unità un tempo considerate come "unità autoctone padane" sotto le unità alloctone liguri.

L'Unità tettonica Salsomaggiore è rappresentata da una successione stratigrafica costituita, dal basso, dalla formazione del Torrente Ghiara, la formazione di Rio Gisolo e la formazione di Case Gallo. Nel Foglio 181 affiora soltanto la formazione del Torrente Ghiara.

2.1.1. - *Formazione del Torrente Ghiara (FGH)*

Questa formazione, di recente istituzione, è costituita da peliti marnose grigie, a stratificazione indistinta, con intercalati sottili livelli siltosi e più raramente arenitici fini.

L'ambiente di deposizione doveva essere un bacino molto profondo a sedimentazione emipelagica (localmente sono frequenti gli pteropodi) con sporadici apporti da parte di correnti torbiditiche estremamente diluite.

Lo spessore massimo della formazione affiorante nel Foglio è valutabile intorno a 900 m, lo spessore è da ritenersi parziale, in quanto non si conosce in affioramento la base della formazione. Le numerose trivellazioni per ricerche di idrocarburi effettuate nella zona di Salsomaggiore hanno attraversato al di sotto della formazione del Torrente Ghiara almeno 2000 m di serie, mai affiorante, chiamata "Serie Sabbiosa di Salso", datata al Miocene inferiore.

La formazione del Torrente Ghiara nell'area del limitrofo Foglio 199 occupa un intervallo compreso tra la Biozona MNN5a (parte superiore del Langhiano) caratterizzata dall'assenza di *H. walbersdorfensis* e dalla presenza di *S. heteromorphus* in associazione con: *Helicosphaera carteri*, *Reticulofenestra* spp. <7 µm e *Cyclicargolithus floridanus* e la Biozona MNN6a (Serravalliano) la cui associazione è simile alla precedente ma si diversifica per l'assenza di *S. heteromorphus* e la presenza comune e continua di *H. walbersdorfensis*.

Le informazioni biostratigrafiche più omogenee sulla formazione del Torrente Ghiara sono state raccolte nella sezione tipo del Torrente Ghiara (F. 198) entro ed intorno all'abitato di Salsomaggiore in una campionatura in bassa risoluzione (16 campioni per uno spessore di circa 450 m). Questi dati suggeriscono che l'unità si estende dal Langhiano (Cronozona NN5) alla parte inferiore del Serravalliano (Cronozona NN6).

2.2. - OLISTOSTROMA DI BAGNI DI TABIANO (cfr. Sintema di Campore)

Questa unità affiora nell'angolo SW del Foglio ed è costituita interamente da lembi deformati della successione epiligure (Formazione di Antognola e Formazione di Contignaco). In affioramento, il limite inferiore dell'unità corrisponde ad una superficie di discontinuità di tipo meccanico e pone in contatto la Formazione di Antognola con l'Unità tettonica di Salsomaggiore. Il tetto dell'unità corrisponde con la base della Formazione a colombacci e delle Argille di Lugagnano. Questa unità, nel limitrofo Foglio 180, dove è stata operata sperimentalmente una suddivisione dell'intera successione mio-pliocenica in unità a limiti inconformi, corrisponde al Sintema di Campore.

L'età di questa unità è definibile grazie alla presenza dei blocchi di evaporiti (Messiniano medio), affioranti nel Foglio 180 e per il fatto che la stessa risulta ricoperta da sedimenti del Messiniano terminale (Formazione a Colombacci); ciò permette di attribuirle un età Messiniano medio-superiore.

Di seguito viene riportata la descrizione dei lembi della successione epiligure:

Lembi risedimentati della Formazione di Antognola (ANT)

Affiorano tra Salsomaggiore e la località Bagni di Tabiano. La Formazione di Antognola (THIEME, 1961) è costituita da marne siltose grigio-verdi, localmente debolmente arenacee, a frattura da scheggiata a concoide, con sporadici livelletti arenitici fini o siltitici di spessore da sottile a medio; le marne presentano spesso spalmature manganeseifere scure sulle superfici di frattura. La stratificazione piano-parallela è generalmente mal distinguibile.

L'ambiente originale di deposizione della Formazione di Antognola doveva essere un bacino profondo a sedimentazione emipelagica con limitati contributi da parte di correnti torbidity, in generale estremamente diluite.

Lo spessore massimo stimato dei lembi della formazione, nell'area del Foglio, è di 560 m.

La Formazione di Antognola passa stratigraficamente alla Formazione di Contignaco; il passaggio risulta graduale per alternanze ed è marcato dalla comparsa dei primi livelli silicei, caratteristici della Formazione di Contignaco, intercalati in marne grigio-verdi paragonabili a quelle della Formazione di Antognola; la zona di passaggio è visibile lungo l'alveo del T. Ghiara.

La Formazione di Antognola si caratterizza per un alto contenuto in organismi planctonici calcarei (foraminiferi e nannofossili) che ne permettono un agevole inquadramento cronobiostratigrafico. I campioni sparsi raccolti in numerose località indicano che la Formazione di Antognola si depose originariamente nel Miocene inferiore. In particolare, il tetto della Formazione di Antognola come qui inteso, contiene abbondanti *Helicosphaera euphratis* e sembra, pertanto, da collocare entro la Biozona MNN1d di FORNACIARI & RIO (1996), correlabile con la parte inferiore della Cronozona NN2* (Aquitaniense). A livello regionale entro la Formazione di Antognola sono state documentate tutte le biozone a nannofossili calcarei dell'Oligocene superiore ed Aquitaniense dello schema zonale di FORNACIARI & RIO (1996). Tuttavia, nell'unità sono presenti lacune, talora rilevabili anche biostratigraficamente.

Lembi risedimentati della Formazione di Contignaco (CTG)

Affiorano in prossimità della località Bagni di Tabiano. In occasione di una revisione litostratigrafica, che ha interessato l'intera Successione Epiligure, nella Formazione di Contignaco sono stati raggruppati la formazione dei "Tripoli di Contignaco" (MARCHESI, 1961b) ed il membro delle "marne selciose", precedentemente considerato, dai vari Autori, il membro sommitale della Formazione di Antognola.

La Formazione di Contignaco è costituita da marne localmente siltose di colore grigio cenere, in cui è caratteristica la presenza di livelli fortemente arricchiti in silice di origine sia vulcanica che bioclastica (BOCCALETTI *et alii*, 1982; BETTELLI *et alii*, 1987a), la silice può essere omogeneamente diffusa nella marna (in questo caso particolarmente competente, a frattura scheggiata e con patine

scure manganesefere sulle superfici di frattura) o, più raramente, concentrata in sottili livelli o lenti di colore grigio scuro. Altrettanto caratteristica è la presenza di alcuni strati da medi a molto spessi di marne tripolacee biancastre farinose a grana fine, con spalmature nere sulle superfici di frattura e a basso peso specifico (PIERI, 1961; MARCHESI, 1961b). Questi ultimi sono particolarmente frequenti e potenti nell'area del Foglio 198 Bardi, e sono stati oggetto in passato di sfruttamento minerario (GIAMMETTI *et alii*, 1968). Sono presenti localmente intercalazioni di areniti fini grigie in strati gradati da sottili a medi, raramente spessi, e argille fogliettate grigio-verdastre in livelli da sottili a spessi, che sono di aiuto nell'individuazione dell'assetto e della polarità della formazione.

L'ambiente originario di deposizione doveva essere un bacino profondo a sedimentazione emipelagica con sporadici arrivi di correnti torbiditiche estremamente diluite, la diffusa presenza di materiale siliceo vetroso rivela durante lo stesso periodo una importante attività vulcanica in aree emerse.

Lo spessore della formazione è stato stimato intorno ai 220 m nell'alveo del T. Ghiara (F. 198); nell'area del Foglio 181 lo spessore massimo dei lembi è 100-150 m circa.

I dati raccolti nell'area tipo, ricadente nel Foglio 198 "Bardi", (in collaborazione con Anna D'Atri dell'Università di Torino) ed a livello regionale (si vedano le Note Illustrative del Foglio 218 Castelnuovo ne' Monti, 2002) indicano che nella Formazione di Contignaco sono riconoscibili le biozone MNN1d (parte alta), MNN2a, MNN2b correlabili con la Cronozona NN2* che si colloca fra la parte alta dell'Aquitano e la parte inferiore del Burdigaliano (nel Miocene Inferiore). I dati biostratigrafici disponibili confermano la correlazione della Formazione di Contignaco con il Bisciario umbro-marchigiano, che si estende, tuttavia, dalla Biozona MNN1d alla Biozona MNN3b (DEINO *et alii*, 1997).

I campioni raccolti nell'area del limitrofo Foglio 199 "Parma Sud" risultano poco fossiliferi e non sempre ben preservati, è stato comunque possibile riferirli alla Biozona MNN2a (transizione Aquitano-Burdigaliano) (FORNACIARI & RIO, 1996) per la presenza continua e comune (>70%) di *Helicosphera carteri* e l'assenza di *Helicosphera ampliaptera*. Inoltre *Helicosphera euphratis* ha costantemente frequenze inferiori al 30%.

3. - SUCCESSIONE POST-EVAPORITICA DEL MARGINE PADANO-ADRIATICO

3.1. - FORMAZIONE A COLOMBACCI (FCO)

Questa formazione affiora in corrispondenza della località Bagni di Tabiano.

La Formazione a colombacci è un'unità essenzialmente pelitica, ben affiorante nell'Appennino romagnolo (SELLI, 1952); il suo nome è dovuto alla presenza di caratteristici livelli carbonatici chiari detti "colombacci". Dall'area romagnola la formazione si estende fino al settore centro-settentrionale dell'Appennino emiliano, do-

minato dalle unità tettoniche Liguri, circa al fronte della struttura di Salsomaggiore.

Caratteristica di questa formazione è quella di essersi deposta in un ambiente transizionale tra quello fluviale e quello lagunare, sviluppando facies e associazioni faunistiche tipiche di ambienti d'acqua dolce o sottosalata. Nell'area del Foglio 181 e di quelli limitrofi questa formazione era stata denominata finora con termini informali e generici quali "Messiniano ipoalino" o "Serie clastica continentale" (IACCARINO & PAPANI, 1979); nonostante presenti spessori totali non superiori al centinaio di metri, non paragonabili a quelli riscontrati in Romagna, la successione mostra anche qui caratteri tipici di ambienti sia continentali che lagunari e nel suo complesso una tendenza trasgressiva, caratteristica della Formazione a colombacci. Rispetto all'area romagnola la successione è più ricca di facies grossolane ed è stata suddivisa in tre litofacies stratigraficamente sovrapposte, anche se con sicuri rapporti laterali, almeno parziali, tra le varie sottounità.

Sono state distinte, dal basso verso l'alto, una litofacies conglomeratica, una litofacies arenitica e una litofacies pelitica. Nel Foglio 181 è affiorante soltanto la litofacies conglomeratica.

litofacies conglomeratica (FCO_b). E' costituita da paraconglomerati poligenici grossolani gradati, a matrice sabbiosa, spesso poco cementati e poco organizzati, che costituiscono grossi corpi canalizzati. I clasti risultano in genere ben arrotondati e indicano spesso provenienza da unità tettoniche liguri e dalla successione epiligure, in particolare dalla Formazione di Contignaco; non sono rari i clasti di natura cristallina, ereditati probabilmente da conglomerati della Formazione di Ranzano o dai Conglomerati dei Salti del Diavolo; la taglia media dei clasti è circa 10 cm. Verso l'alto sono spesso osservabili alcune intercalazioni di areniti da grossolane a fini in strati da medi a spessi, a geometria marcatamente lenticolare.

Lo spessore risulta variabile da pochi metri a 60 m circa.

Nel suo insieme anche in questo settore dell'Appennino (quindi in un'area più estesa di quella del F. 181), la Formazione a colombacci mostra una tendenza trasgressiva, con approfondimento relativo di un bacino di tipo ipoalino, rappresentata dalla sequenza positiva conglomerati-sabbie-argille (IACCARINO & PAPANI, 1979). I conglomerati e le sabbie mostrano caratteri simili a quelli tipici di un sistema deposizionale di conoide alluvionale o delta-conoide, passante a pianura a canali intrecciati, con facies di barra longitudinale e trasversale, e di canale abbandonato. Le argille presentano i caratteri tipici di un ambiente subacqueo poco profondo e sottosalato, da lacustre a lagunare, con interdigitazione locale di episodi deltizi tra la fascia alluvionale e il bacino lacustre. Fasi di oscillazione nel grado di salinità del bacino sembrano essere registrate da livelli carbonatici molto simili ai "colombacci" della Romagna. Infine la presenza più o meno costante dello "strato nero" al tetto della successione potrebbe rappresentare un episodio di impaludamento del bacino lacustre, con possibile emersione (IACCARINO & PAPANI, 1979, 1982).

La Formazione a colombacci presenta uno spessore massimo di circa 60 m, è in contatto discordante sulla successione epiligure, inclusa nel Sintema di Campore e trasgredisce sulle unità della struttura di Salsomaggiore.

L'età della formazione desunta dalla letteratura è Messiniano medio-sup.

Nel Foglio 180 confinante, dove è stata operata una suddivisione in sintemi della successione del Messiniano – Olocene, la Formazione a colombacci è stata inclusa nel Sintema del T. Ongina.

3.2. - ARGILLE DI LUGAGNANO (**LUG**) (cfr. Argille Azzurre, Argille del Santerno e Argille e Marne di Riolo Terme AUCTT.)

Questa formazione affiora limitatamente lungo una fascia continua, tra Salsomaggiore e la località Bagni di Tabiano.

La formazione delle Argille di Lugagnano è costituita da una monotona successione di argille marnose compatte grigio-azzurre, a frattura concoide, con rari livelli sabbioso-siltosi per lo più concentrati nella porzione basale della formazione e rari livelli siltosi in quella superiore. Il contenuto paleontologico è sempre molto abbondante, tanto da aiutare spesso nel riconoscimento stesso della formazione rispetto ad altre unità pelitiche; sono frequenti sia microfossili (foraminiferi per lo più planctonici) che macrofossili (lamellibranchi, gasteropodi, pteropodi, eccezionalmente resti di mammiferi sia marini che terrestri) (DALLA CASA & GHELARDONI, 1967, BONI *et alii*, 1971).

Abbondanti sono anche i resti di frammenti vegetali lignitizzati e i livelli ad intensa bioturbazione. La stratificazione piano-parallela in genere è mal distinguibile, solo in condizioni di roccia bagnata o umida viene marcata dalla comparsa di bande di colore chiare e scure, che riflettono cambiamenti tessiturali altrimenti difficilmente apprezzabili, e che in tal caso risultano ben visibili anche in osservazioni panoramiche (IACCARINO & PAPANI, 1982).

Le Argille di Lugagnano rappresentano l'evoluzione del ciclo sedimentario trasgressivo che si sviluppa durante tutto il Pliocene e parte del Pleistocene (IACCARINO & PAPANI, 1982), a partire dalla formazione di Vernasca; studi paleontologici di dettaglio hanno permesso di suddividere il suddetto ciclo in tre cicli di ordine inferiore: un ciclo pliocenico inferiore (contraddistinto dalla presenza di *G. margaritae*), sede dello stratotipo del Tabianiano, un ciclo pliocenico medio-superiore (a *G. crassaformis* e *G. inflata*), sede dello stratotipo del Piacenziano e un ciclo pleistocenico inferiore (caratterizzato dalla presenza di ospiti freddi). La mancanza, o l'estrema riduzione nello spessore, della porzione relativa al primo ciclo è stata interpretata in questo settore come legata ad una probabile zona di alto strutturale nel bacino di sedimentazione (IACCARINO & PAPANI, 1982). L'ambiente deposizionale era costituito da un bacino profondo a sedimentazione torbiditica, compreso tra l'ambiente neritico inferiore e la piana batiale (IACCARINO & PAPANI, 1982), probabilmente corrispondente al settore interno dell'avanfossa pliocenica del fronte appenninico.

Le Argille di Lugagnano, nell'area del Foglio, presentano uno spessore massimo di circa 800 m, e mostrano un contatto netto, sulla Formazione a colombacci e sulla Formazione di Antognola.

L'età della formazione desunta dalla letteratura è Pliocene inf.-medio.

Nel Foglio 180 confinante, le porzioni media ed inferiore delle Argille di Lugagnano sono state attribuite al Sintema del T. Ongina mentre la porzione superiore è stata inclusa nel Subsintema di Montezago. Questa suddivisione si basa su dati di sottosuolo e su condizioni di affioramento che non hanno equivalenti nel Foglio 181; inoltre, per i fenomeni di troncatura erosiva e per le variazioni laterali delle litofacies delle unità definite nel Foglio 180, alla luce degli studi condotti per il rilevamento del Foglio 181, risulta difficile riconoscere i caratteri che permetterebbero di operare le suddivisioni stratigrafiche con lo stesso criterio.

3.3. - SUPERSINTEMA QUATERNARIO MARINO

Il Supersintema Quaternario Marino è costituito da terreni depositi in ambienti sedimentari di prodelta, piattaforma, fronte deltizio, piana deltizia e di delta-conoide.

Corrisponde al ciclo Qm di RICCI LUCCHI *et alii* (1982) e alla formazione Calabriana della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA alla scala 1:100.000 Foglio 73 Parma (1964) e della Carta Geologica della Provincia di Parma e zone limitrofe scala 1:100.000 (ISTITUTO DI GEOLOGIA UNIVERSITÀ DI PARMA, 1965).

Affiora nel margine SW del Foglio, a sud di Fidenza e presso Salsomaggiore. Nel sottosuolo è stato attraversato per intero da tutti i pozzi AGIP presenti nell'area del Foglio e solo parzialmente da 3 sondaggi eseguiti dalla Regione Emilia-Romagna (sondaggi: PR181S1, PR181S5, PR181S9).

Su base fisico-stratigrafica risulta suddivisibile in 2 Sequenze Deposizionali Minori (*sensu* REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998). Esse sono separate da una superficie di discontinuità stratigrafica, correlabile nel sottosuolo della pianura parmense utilizzando i profili sismici e i pozzi dell'AGIP e cartografata tramite linee isobate nell'area di studio, in scala 1:25.000, utilizzando tutti i pozzi disponibili in Banca Dati. Nel foglio allegato alla Carta Geologica, descrittivo del sottosuolo, tali isobate sono riprodotte in scala 1:100.000. Queste due unità, possedendo gli attributi richiesti dalla classe delle UBSU, sono state denominate come segue:

- Sintema di Costamezzana, CMZ;
- Sintema del Torrente Stirone, ATS (a sua volta suddiviso, sulla base delle associazioni di facies che la caratterizzano, in due unità informali: ATS_a e ATS_b).

La successione del Supersintema Quaternario Marino è inquadrabile in un contesto geodinamico compressivo, caratterizzato da un bacino sedimentario tettonicamente attivo, sui margini del quale si sviluppano sistemi deposizionali fluvio-deltizi dominati sia dal moto ondoso sia dai processi di piena fluviale (MUTTI *et alii*, 1996).

La base del Supersintema Quaternario Marino è definita da una marcata

superficie subaerea d'erosione e/o non deposizione che testimonia un evento tettonico regionale di sollevamento e basculamento del margine meridionale del Bacino Padano. Tale evento provoca un'importante regressione forzata in tutta l'area emiliana (DI DIO *et alii*, 1996) e una notevole migrazione verso NE del margine appenninico.

Immediatamente al di sopra della superficie basale, in molti dei numerosi pozzi AGIP esaminati e in diverse località in affioramento (in particolare nella sezione del Torrente Stirone, Foglio 180), si rinvia un livello guida ricco in bioclasti noto nell'ambito della ricerca petrolifera e in letteratura con il nome di "calcarenite o crostone fossilifero". Esso è interpretabile come deposito di spiaggia residuale che registra la rapida trasgressione della linea di costa avvenuta durante la fase di subsidenza tettonica immediatamente successiva al sollevamento regionale. Al di sopra della superficie di inconformità basale e del "crostone fossilifero" si sviluppa una successione sedimentaria aggradante, costituita inferiormente (ATS_a) da depositi prevalentemente fini, di piattaforma, fronte deltizio e prodelta e superiormente (ATS_b, CMZ) da depositi marino-marginali e fluvio-deltizi organizzati secondo alternanze cicliche di facies fini e grossolane. Questi cicli fine-grossolano (Sequenze Deposizionali Elementari *sensu* REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998) rappresentano probabilmente fasi di avanzamento (attivazione) e ritiro (disattivazione) dei sistemi deposizionali in risposta alle oscillazioni climatico-eustatiche, sviluppate alla scala dei 20-40 ka. Le superfici di inconformità presenti alla base di ciascuno dei due Sintemi sono invece il prodotto dell'attività tettonica delle strutture del PTF e dell'ETF che determinano, attraverso "scatti" ritmati nel tempo, ripetute fasi di sollevamento e/o basculamento del margine verso l'esterno seguite da fasi di subsidenza bacinale mutuamente associate ad erosione e deposizione di sedimento.

Nell'area del Foglio lo spessore massimo del Supersistema Quaternario Marino, direttamente documentato dalle stratigrafie e dalle linee sismiche interpretate della Regione Emilia-Romagna, è di circa 2000 metri.

Ad esso viene attribuita la seguente età: Pliocene sup.- Pleistocene inf. (circa 800.000 anni *b.p.*).

I dati di campagna più rappresentativi di quest'unità sono quelli rilevabili in corrispondenza delle sezioni stratigrafiche del T. Stirone e del T. Enza. Tali sezioni, già oggetto di numerosi lavori (PAPANI & PELOSIO, 1963; CIGALA FULGOSI, 1976), sono state rivisitate sedimentologicamente e paleontologicamente negli anni '90 (MOLINARI, 1996; MUTTI *et alii*, 1996) dai ricercatori dell'Università di Parma (Mutti E., Pelosio G., Iaccarino S. e Collaboratori).

3.3.1. - Sintema del Torrente Stirone (ATS)

Come riferito in precedenza, il Sintema del Torrente Stirone è stato suddiviso, sulla base delle diverse associazioni di facies che lo contraddistinguono, nelle 2 unità (litofacies), in parte eteropiche, ATS_b, costituita da alternanze di corpi sab-

biosi e orizzonti limoso-argillosi depositi in ambiente marino-marginale e ATSa, caratterizzata da depositi di prodelta prevalentemente fini.

Lo spessore massimo del Sintema del Torrente Stirone, dedotto dall'esame delle linee sismiche AGIP, è di almeno 1200 m. Nell'area del Foglio affiora soltanto **ATS_b**.

ATS_b. Questa unità è costituita da depositi di fronte deltizio. Essi sono formati essenzialmente da lobi sabbiosi e/o sabbioso ghiaiosi, originati da flussi iperpicali, legati a piene fluviali catastrofiche (*sensu* MUTTI *et alii*, 1996), intervallati ciclicamente a facies pelitiche. I cicli, con spiccata tendenza *fining upward* (FU), sono probabilmente legati a variazioni ad alta frequenza del volume e della concentrazione dei flussi gravitativi fluviali (ciclicità climatica, vedi op.cit.). Si distinguono:

- a) Facies ghiaiose: sono composte da strati ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi a base netta, gradati e localmente amalgamati. Alla base sono frequenti gli inclusi pelitici. Verso tetto gli strati diventano prevalentemente sabbiosi con laminazione piano parallela e *hummocky cross stratification* (HCS). Talora si incontrano corpi ghiaioso-sabbiosi con tessitura ben selezionata, che mostrano strutture di embriciatura e laminazione obliqua.
- b) Facies sabbiose: sono caratterizzate da strati tabulari di sabbie medio-fini, a volte amalgamati, con spessori di 0.2 - 3.0 metri. Internamente mostrano gradazione normale, con tappeti di trazione, laminazione piano parallela e HCS. Sono comuni in questa facies le intercalazioni ricche di resti conchigliari, disposte sia alla base degli strati come livelli residuali irregolari, sia all'interno degli strati entro tappeti di trazione; tra le forme più frequenti si riconoscono: i bivalvi *Tellina pulchella*, *Spisula subtruncata*, *Donax venustus*, *Corbula gibba*, *Chamelea gallina*, *Abra prysmatica*, *Ensis ensis*, i gasteropodi *Tricolia pulla*, *Bittium reticulatum*, *Natica tigrina*, *Sphaeronassa mutabilis*, *Neverita josephinia*, i briozoi incrostanti unilaminari e quelli fenestrati ad habitus eretto e *Ditrupea*.
- c) Facies pelitiche: sono costituite da peliti massicce o da peliti con sottili strati di sabbia fine. Sono comuni i fossili in posizione di vita; si riconoscono i bivalvi *Venus multilamella*, *Glossus humanus*, *Acanthocardia paucicostata*, *Nucula placentina*, *Arctica islandica*, *Venerupis senescens cuneiformis*, *Spisula subtruncata*, i gasteropodi *Turritella tricarinata*, *Amyclina semistriata* e gli echinoidi *Astropecten irregularis*, *Ophiura*, *Echinocardium cordatum*.

Tra il torrente Recchio e il Torrente Stirone il tetto di questa litofacies è costituito da depositi caotici, con matrice sabbioso-argillosa, inglobanti blocchi di "crostone fossilifero". Essi vengono interpretati come depositi residuali, originati e rielaborati dal moto ondoso ai piedi di una falesia costiera. Quest'ultima bordava a nord-est i terreni deformati ed emersi dell'anticlinale di Salsomaggiore durante la fase di sollevamento tettonico regionale responsabile dello sviluppo della discontinuità stratigrafica, con discordanza angolare, tra il Sintema di Costamezzana e il Sintema del Torrente Stirone.

Lo spessore massimo è di diverse decine di metri. Il contatto con le sottostanti Argille di Lugagnano e con CTG e ANT, nell'area del Foglio, è erosivo e discordante.

Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

3.3.2. - *Sintema di Costamezzana (CMZ)*

È costituito grossolanamente da 3 associazioni di facies, sovrapposte ciclicamente e giustapposte, che individuano, nel complesso, un prisma sedimentario costiero con tendenza regressiva e progradante verso nord, nord-ovest.

- 1) Sabbie e ghiaie argillose in strati spessi, frequentemente gradati e amalgamati, con intercalati livelli argillosi sottili, discontinui, biancastri, sterili, alternate a banconi limoso-argillosi con livelli ricchi in resti vegetali lignitizzati: depositi di piana inferiore di delta-conoide. Affiorano limitatamente lungo l'alveo del torrente Stirone.
- 2) Sabbie medio-fini in strati sottili e medi con laminazione piano-parallela oppure di tipo *hummocky*, intercalate a limi argillosi verdi, debolmente bioturbati, contenenti talora macrofaune oligotipiche: depositi lagunari. Affiorano localmente lungo l'alveo del torrente Stirone.
- 3) Corpi costituiti prevalentemente da sabbie medie o fini ben selezionate con localmente sviluppo di stratificazione obliqua debolmente cuneiforme. Generalmente gli strati non sono gradati. La laminazione è piano-parallela, solitamente concordante con le superfici di strato. Sono presenti tappeti di trazione con ciottolotti ben arrotondati di 2 - 3 cm di diametro a volte debolmente embriciati. Raramente si possono avere piccoli scours alla base degli strati. Sono presenti bioclasti rotti, di piccole dimensioni (pochi mm) e sparsi all'interno della matrice sabbiosa. La bioturbazione è praticamente assente. All'interno delle sabbie sono frequenti le intercalazioni lenticolari di ghiaie fini e medie ben selezionate e con clasti molto ben arrotondati in matrice sabbiosa. Lateralmente, verso il Fiume Taro si passa a sabbie, sabbie ghiaiose e subordinatamente ghiaie ciottolose in strati massivi o con una gradazione diretta poco sviluppata e comunque sovente mascherata dalle frequenti amalgamazioni tra strati successivi, attribuibili spesso a flussi gravitativi iperconcentrati (*high concentrated flows* nel senso di MUTTI *et alii*, 1996), che possono inglobare clasti pelitici di dimensioni anche metriche strappati al substrato durante il passaggio del flusso gravitativo. Frequenti anche la stratificazione obliqua a grande scala e le laminazioni trattive. La matrice delle ghiaie è costituita sempre da sabbia medio grossolana: depositi di delta-conoide ad alta energia fluviale e marina.

Gli affioramenti più significativi si ritrovano lungo la sezione del Torrente Stirone e nei pressi del Castello di Costamezzana, lungo il rio Stazzano, il rio Cogolonchio, il rio Gisolo, il torrente Stirone e il Castello di Gorzano.

Lo spessore complessivo, dedotto dall'esame delle linee sismiche AGIP, varia da

0 a 600 m circa. Il contatto di base è erosivo o netto e discordante su ATS_b e LUG.

Se si accetta l'interpretazione di MARY *et alii* (1993) dei dati magnetostratigrafici relativi alla sezione del T. Stirone, il Sintema di Costamezzana è attribuibile alla fine del Pleistocene inferiore e precisamente all'intervallo post evento Jaramillo.

3.4. - SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO

Il Supersintema Emiliano-Romagnolo, affiorante con i suoi terreni più antichi sul margine appenninico padano (Figure 1, 2 e 3), è stato suddiviso in due unità principali, denominate come segue:

- Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore, AEI;
- Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, AES.

Queste due unità sono state riconosciute e correlate come sequenze deposizionali (*sensu* MITCHUM *et alii*, 1977) su tutta la pianura emiliano-romagnolo, utilizzando i profili sismici e i pozzi dell'AGIP (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998). Esse sono separate, in corrispondenza del margine appenninico, da una superficie di discontinuità, spesso con discordanza angolare ed erosione, testimonianza di una fase tettonica regionale databile alla fine del Pleistocene inferiore.

Il contesto geodinamico locale in cui si sviluppa il Supersintema Emiliano Romagnolo è quello di un bacino di *piggyback* adiacente all'avanfossa padana, allungato in senso SE-NW e limitato a tergo (SW) e sul fronte (NE) da due archi di strutture compressive (rispettivamente: Fronte di accavallamento pedeappenninico PTF e Fronte di accavallamento esterno ETF *sensu* BERNINI & PAPANI, 1987) fortemente attive. Fino a quando il sollevamento del margine appenninico determinato dal PTF risulta tale da continuare a produrre una forte subsidenza relativa del bacino di *piggyback* posto ai suoi piedi, in quest'ultimo persistono le condizioni per avere prevalente aggradazione sedimentaria. A questa fase corrisponde la deposizione dei sedimenti di piana e conoide alluvionale distale appartenenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore. Nel momento in cui diminuisce la subsidenza relativa del bacino di *piggyback*, come conseguenza del forte sollevamento regionale prodotto in corrispondenza dell'ETF, si determinano significativi spostamenti verso Nord del margine appenninico e quindi si assiste, nel Foglio, allo sviluppo di depositi di conoide alluvionale, terrazzati. Quest'ultimi, nel loro insieme, costituiscono il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore.

3.4.1. - Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI)

Nell'area del Foglio, il sintema affiora estesamente in sinistra Taro, a sud di Fidenza, e in particolare è magnificamente esposto nell'alveo del torrente Stirone. Si tratta di un'unità deposta in ambienti sedimentari di piana alluvionale, bacino interfluviale e conoide distale. E' costituita da depositi prevalentemente

limosi e limoso argillosi, di colore tipicamente grigio azzurrognolo, nei quali si intercalano livelli ghiaiosi che, in corrispondenza dei paleo-apparati fluviali principali, possono diventare localmente preponderanti. Le litofacies fini si ritrovano solitamente in banchi, spessi alcuni metri, massivi o con stratificazione piano parallela debolmente espressa, intervallati da strati decimetrici più argillosi e di colore scuro. Sono frequenti i livelli ricchi in sostanza organica (prevalentemente frustoli carboniosi) e con presenza di macrofossili di ambiente continentale (gasteropodi a guscio sottile).

Il contatto di base con i depositi del Supersistema Quaternario Marino è netto o erosivo e discordante.

Lo spessore massimo di AEI è di 30-40 m circa in affioramento, fino ad oltre 160 m circa nel sottosuolo;

AEI è stato attraversato e descritto nei seguenti sondaggi eseguiti dalla Regione Emilia-Romagna:

- PR181S1 tra -8.5 e -71 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S3 tra -22 e -74 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S5 tra -19 e -49 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S7 tra -152 e -166 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S9 tra -42.9 e -79.2 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S11 tra -120 e -140 metri di profondità dal piano campagna

Non è stato fino ad ora possibile ottenere datazioni precise di questa unità: l'intervallo di tempo da essa coperto esce infatti abbondantemente dal campo di risoluzione delle analisi radiometriche con il ^{14}C e la taratura cronostratigrafica delle sequenze polliniche relativa alla Pianura Padana non è a tutt'oggi affidabile. Tuttavia la base viene datata approssimativamente a 800.000 yr BP con riferimento agli studi di BUCHA *et alii* (1975) i quali individuarono nella sezione del T. Stirone il limite Matuyama–Brunhes pochi metri al di sopra della superficie di inconformità posta alla base dell'AEI. Inoltre, nella parte basale dell'unità affiorante nel T. Stirone è stato rinvenuto un esemplare di *Dicerorhinus hemitoecus*, databile intorno a 800.000 yr BP (CIGALA FULGOSI, 1976).

Età: Pleistocene inferiore – Pleistocene medio.

3.4.2. - *Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)*

Si tratta di un'unità alluvionale, terrazzata, costituita da ghiaie prevalenti in corrispondenza degli apparati fluviali principali (depositi di conoide e depositi intravallivi terrazzati), passanti a limi prevalenti con rare intercalazioni di sabbia e ghiaia nelle aree di interconoide.

L'età complessiva dell'unità è Pleistocene medio - Olocene.

Presenta uno spessore variabile tra 0 e 800 m (sottosuolo).

Come riferito in precedenza l'AES risulta suddivisibile in 5 Subsistemi, affioranti a quote progressivamente decrescenti lungo il margine appenninico; in ordine crescente di età:

- Subsintema di Ravenna, AES₈
- Subsintema di Villa Verucchio AES₇
- Subsintema di Agazzano AES₃
- Subsintema di Maiatico AES₂
- Subsintema di Monterlinzana AES₁

La sedimentazione dell'AES prende inizio al termine di un evento minore, ancorchè regionale, di sollevamento delle strutture compressive appenniniche, registrato in affioramento da una superficie di discontinuità erosiva. Tale superficie, riconoscibile anche nei profili sismici, risulta particolarmente evidente in corrispondenza dei principali fronti strutturali sepolti (Di Dio *et alii*, 1997a,b).

La successione sedimentaria riferibile ad AES è formata da 5 cicli deposizionali compositi, costituiti da depositi di conoide alluvionale che si sovrappongono in ordine stratigrafico "normale". Nel margine meridionale del Foglio in corrispondenza delle culminazioni assiali dell'ETF, invece, essi si giustappongono formando così depositi intravallivi terrazzati. Ogni ciclo deposizionale, nel suo complesso, corrisponde ad una Sequenza Depositionale Elementare (*sensu* REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998) e in affioramento ad un Subsintema della AES. L'architettura interna di ogni ciclo deposizionale verrà illustrato nel Capitolo V-1.

I ritrovamenti archeologici sulle superfici terrazzate dell'AES ed il confronto con le curve del $\delta^{18}\text{O}$ pubblicate da RUDDIMAN *et alii* (1989) fanno supporre che l'origine della ciclicità deposizionale dell'AES sia da attribuire ad oscillazioni climatiche sviluppate alla scala dei 40-100.000 anni ed il cui inizio risulta collocabile intorno ai 400-450.000 anni B.P..

La stratigrafia dei depositi appartenenti all'AES è descritta in dettaglio nei paragrafi seguenti. Si precisa che nel Foglio 181 è stato compiuto un lavoro di maggior dettaglio rispetto a quello condotto nel limitrofo Foglio 180; è stato quindi possibile attribuire ciascun affioramento ad un subsintema specifico e, a differenza del Foglio 180, AES non è stato cartografato come indistinto in nessun caso.

3.4.2.1. - Subsintema di Monterlinzana (AES₁)

Il Subsintema di Monterlinzana affiora nel margine SW del Foglio, a sud di Fidenza. In sinistra Taro è rappresentata da lembi di forma grossolanamente triangolare, profondamente incisi, affioranti lungo il margine pedeappenninico, a quote comprese tra 150 e 230 m s.l.m., basculati verso N-NE. E' probabile che alcune superfici relitte poste a quote elevate ma prive di deposito alluvionale possano essere correlate con questa unità. La scarpata erosiva fluviale, che separa questa unità dal Subsintema di Maiatico supera i 30 metri di altezza ed è osservabile nel Foglio 199 confinante.

In destra Taro (F. 199) non sono stati rinvenuti terrazzi intravallivi correlabili con questa unità.

Dal punto di vista litologico, tessiturale e sedimentologico la descrizione

è analoga a quella del Subsistema di Maiatico. Anche il fronte di alterazione dell'unità è del tutto simile a quello del Subsistema di Maiatico. L'architettura stratigrafica di sottosuolo di questa unità sarà illustrata nel Capitolo V-1.

Il contatto di base del Subsistema di Monterlinzana è erosivo e discordante con il Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore ed il Supersistema Quaternario Marino.

Nell'area del Foglio, in affioramento, non supera mai i 20 m di spessore, nel sottosuolo lo spessore massimo è circa 30-40 m.

Mancano datazioni dirette del Subsistema di Monterlinzana, comunque, sulla base di quanto riportato nel sottoparagrafo 3.4.2. si ritiene che possa essere riferibile al Pleistocene medio.

3.4.2.2. - Subsistema di Maiatico (AES₂)

Il Subsistema di Maiatico affiora nel settore meridionale del Foglio, compreso tra Fidenza e Noceto, ed è rappresentato da lembi di forma grossolanamente triangolare, profondamente incisi, affioranti lungo il margine pedepenninico a quote comprese, nell'area del Foglio, tra 80 e 170 m s.l.m., basculati verso N - NE con pendenza compresa tra 3 e 5%. La configurazione geomorfologica rilevabile in sinistra Taro consente di suddividere il Subsistema di Maiatico in due unità separate localmente da scarpate fluviali. In destra Taro le stesse unità si sovrappongono, invece, secondo l'ordine stratigrafico normale. L'architettura stratigrafica di sottosuolo di questa unità sarà illustrata nel capitolo V-1.

L'unità è costituita da cicli positivi plurimetrici, stratigraficamente giustapposti, formati da un intervallo basale grossolano a ghiaie clasto-sostenute, con matrice sabbioso-limosa, e da un intervallo superiore prevalentemente fine, massivo, di colore grigiastro, giallognolo all'alterazione, con intercalate localmente sabbie e ghiaie di spessore massimo pari a 2 metri. Verso valle i cicli positivi si trasformano gradualmente in cicli negativi che si sovrappongono stratigraficamente e nei quali l'intervallo basale argilloso-limoso e quello sovrastante ghiaioso mostrano una debole o assente alterazione pedogenetica. Si tratta rispettivamente di depositi intravallivi terrazzati e di conoide alluvionale.

Il fronte di alterazione delle superfici deposizionali terrazzate è molto evoluto, raggiungendo i 7-8 m di profondità con la completa decarbonatazione degli orizzonti superficiali e profondi. I suoli evolutisi sulle litofacies ghiaiose sono caratterizzati dallo sviluppo di orizzonti di accumulo di argilla illuviale e di sequiossidi di Fe e Mn e dalla differenziazione del profilo in orizzonti Btb-Btcb-BCb-Ckb-Cb; Hue degli orizzonti Bt 2.5YR. La caratteristica colorazione rossastra degli orizzonti B è dovuta alla immobilizzazione ed alla concentrazione relativa di ossidi di Fe ben cristallizzati. I suoli evolutisi sulle litofacies fini si caratterizzano invece per la neoformazione di argille di tipo espandibile ed il profilo è differenziato in orizzonti A-Bw-Bkss; Hue degli orizzonti Bw 2.5Y. Il colore bruno-olivastro di questi orizzonti è riconducibile alla insolubilizzazione di ossidi ed idrossidi di Fe ed al loro accumulo all'interno della matrice argillosa.

In questi suoli si giunge spesso alla completa decarbonatazione del profilo con sviluppo di orizzonti eluviali, di orizzonti di accumulo di argilla illuviale e di sequiossidi di Fe e Mn. In questo caso il loro profilo è differenziato in orizzonti A-E-Bt-Btc-Btb-Btcb-Btb-Btcb; *Hue* degli orizzonti Bt 10YR-2.5Y.

Il contatto di base del Subsistema di Maiatico è erosivo e discordante con il Subsistema di Monterlinzana e il Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore.

Lo spessore di questo Subsistema varia dai 10-15 metri delle porzioni intravallive terrazzate a 70-80 m circa del sottosuolo della pianura.

Mancano datazioni dirette del Subsistema di Maiatico; comunque, sulla base di quanto riportato nel sottoparagrafo 3.4.2., si ritiene che possa essere riferibile al Pleistocene medio avanzato.

Le due unità in cui viene suddiviso il Subsistema di Maiatico su base morfo-pedostratigrafica sono le seguenti:

unità di Miano (AES_{2a}). I depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, appartenenti a questa unità, affiorano anch'essi esclusivamente in sinistra Taro. Sono generalmente costituiti da un intervallo basale con ghiaie prevalenti, sovrastato da un intervallo fine, limoso-argilloso, composito, giallastro nella parte sommitale, dello spessore massimo di alcuni metri.

Lo spessore massimo dell'unità è circa 35 m.

unità di Fico Rosso (AES_{2b}). I depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, appartenenti a questa unità, affiorano esclusivamente in sinistra Taro. Essi sono generalmente costituiti da un intervallo basale con ghiaie prevalenti, sovrastato da un intervallo fine, limoso-argilloso, composito, giallastro nella parte sommitale, dello spessore massimo di alcuni metri.

Lo spessore massimo dell'unità è circa 40 m.

3.4.2.3. - Subsistema di Agazzano (AES₃)

Il Subsistema di Agazzano affiora ad ovest di Noceto ed a ovest di Fidenza, sotto forma di estesi pianalti, basculati verso NE con pendenza compresa tra 1.5 e 3%, che si elevano dalla pianura a quote comprese, nell'area del Foglio, tra 70 e 125 m s.l.m., limitati, localmente, da scarpate erosive fluviali. L'unità è costituita da ghiaie e ghiaie sabbioso-argillose prevalenti, formanti depositi alluvionali intravallivi e di conoide ghiaiosa. I depositi delle zone di interconoide sono costituiti da sabbie e limi argillosi, con subordinati livelli di ghiaie. I depositi intravallivi sono generalmente costituiti da un intervallo basale con ghiaie prevalenti, sovrastato da un intervallo fine, limoso-argilloso, composito, giallastro nella parte sommitale, dello spessore massimo di 4 m; quest'ultimo è interpretato dagli autori della presente nota come deposito alluvionale pedogenizzato, da altri rilevatori come deposito eolico pedogenizzato (CREMASCHI, 1978; 1987). Nelle aree intravallive del Foglio 199 sottostante, in

sinistra idraulica dei Fiumi Taro e Baganza e in destra Taro, si distinguono due depositi terrazzati separati da una scarpata erosiva, tracciata in carta, di altezza decametrica.

I depositi di conoide ghiaiosa, distali, invece, presentano comunemente un livello fine di spessore metrico alla base dell'unità. L'architettura stratigrafica di sottosuolo di questa unità sarà illustrata in dettaglio nel capitolo V.1.

Il tetto dell'unità nelle zone intravallive è rappresentato dalla superficie deposizionale, relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è erosivo e discordante sui Subsistemi e sulle unità più antiche.

Il fronte di alterazione delle superfici terrazzate è molto evoluto raggiungendo i 7-8 m di profondità con la completa decarbonatazione degli orizzonti superficiali e profondi. I suoli evolutisi sulla litofacies ghiaiosa sono caratterizzati dallo sviluppo di orizzonti di accumulo di argilla illuviale e di sequiossidi di Fe e Mn e dalla differenziazione del profilo in orizzonti Btb-Btcb-BCb-Ckb-Cb; *Hue* degli orizzonti Bt 2.5YR. La caratteristica colorazione rossastra degli orizzonti B è dovuta alla immobilizzazione ed alla concentrazione relativa di ossidi di Fe ben cristallizzati. I suoli evolutisi sulla litofacies fine si caratterizzano invece per la neoformazione di argille di tipo espandibile ed il profilo è differenziato in orizzonti A-Bw-Bkss; *Hue* degli orizzonti Bw 2.5Y. Il colore bruno-olivastro di questi orizzonti è riconducibile alla insolubilizzazione di ossidi ed idrossidi di Fe ed al loro accumulo all'interno della matrice argillosa. In questi suoli si può giungere alla completa decarbonatazione del profilo con sviluppo di orizzonti eluviali, di orizzonti di accumulo di argilla illuviale e di sequiossidi di Fe e Mn. In questo caso il loro profilo è differenziato in orizzonti A-E-Bt-Btc-Btb-Btcb-Btb-Btcb; *Hue* degli orizzonti Bt 10YR-2.5Y.

Il contatto di base del Subsistema di Agazzano è erosivo e discordante con il Subsistema di Maiatico.

Nell'area del Foglio raggiunge lo spessore massimo di circa 30 m in affioramento, circa 55 m nel sottosuolo.

Alla sommità dell'intervallo fine delle aree terrazzate si rinvennero manufatti del Paleolitico medio.

Mancano datazioni dirette del Subsistema di Agazzano, comunque, sulla base di quanto riportato nel sottoparagrafo 3.4.2. si ritiene che possa essere riferibile alla fine del Pleistocene medio.

3.4.2.4. - Subsistema di Villa Verucchio (AES₇)

Su base morfologica, archeologica e pedostratigrafica, il Subsistema di Villa Verucchio viene suddiviso in due unità, in gran parte a limiti inconformi, separate in affioramento da scarpate fluviali alte fin oltre dieci metri, osservabili nei Fogli limitrofi ma non nel Foglio 181, dove le due unità non sono a contatto.

Queste unità sono state tentativamente correlate lungo tutto il margine appenninico padano dal Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna, utilizzando decine di datazioni radiometriche.

unità di Niviano (AES_{7a}). Affiora in un'area limitata a sud di Noceto A scala regionale l'unità è costituita da depositi di conoide ghiaiosa, terrazzati, e da depositi di interconoide e del reticolo idrografico minore. I primi sono costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati grigio-nocciola. I depositi di interconoide e del reticolo idrografico minore sono costituiti da limi e limi sabbiosi prevalenti, con intercalazioni di ghiaie e sabbie. L'unità presenta inoltre una copertura fine composita, discontinua, dello spessore massimo di 3 m, costituita da limi, limi sabbiosi e limi argillosi giallastri, interpretata dagli autori della presente nota come depositi alluvionali pedogenizzati, da altri rilevatori come deposito eolico (CREMASCHI, 1978; 1987).

Il fronte di alterazione del tetto dell'unità è molto evoluto, raggiunge i 4-5 m di profondità e presenta la completa decarbonatazione degli orizzonti superficiali e profondi. I suoli evolutisi sulle litofacies grossolane presentano sviluppo di orizzonti di accumulo di argilla illuviale e differenziazione del profilo in orizzonti Btb-Btgb-BCb-Ckb; *Hue* degli orizzonti Bt 5YR. La caratteristica colorazione rossastra degli orizzonti B è dovuta all'immobilizzazione ed alla concentrazione relativa di ossidi di Fe ben cristallizzati. I suoli evolutisi sulle litofacies fini presentano invece neof ormazione di argilla, riorganizzazione dei carbonati sottoforma di concrezioni dure negli orizzonti inferiori e differenziazione del profilo in orizzonti A-Bw-Bkss; *Hue* degli orizzonti Bw 2.5Y. In questi suoli si può giungere alla completa decarbonatazione del profilo con sviluppo di orizzonti ad accumulo illuviale e di sequiossidi di Fe e Mn e la differenziazione del profilo in orizzonti A-Bw-Btg-Bg; *Hue* degli orizzonti B 10YR.

Il contatto di base dell'unità è erosivo e discordante sugli altri Subsintemi e sulle unità più antiche.

Lo spessore massimo dell'unità di Niviano è di circa 15 m in affioramento, circa 45 m nel sottosuolo.

La base dell'unità è approssimativamente datata a poco più di 100.000 anni *B.P.* sulla base di correlazioni regionali (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998) con:

- successioni polliniche studiate in questo e nei Fogli 204, 223 e 255, correlate con le curve di variazione del $\delta^{18}O$ pubblicate negli ultimi dieci anni (RUDDIMAN *et alii*, 1989; etc.); in particolare, l'analisi palinologica eseguita sul sondaggio 181-S10, ha mostrato che l'intervallo corrispondente all'Eemiano (interstadio isotopico 5e) non è presente e che i depositi basali di AES_{7a} sono attribuibili alla parte sommatiale dello stadio 5 (interstadi 5a, 5c); questi, poi, passano verticalmente in continuità ai depositi che hanno registrato un periodo freddo (stadio 4);
- ritrovamenti archeologici sulle superfici morfologiche terrazzate immediatamente sovrastanti, nei Fogli 179 e 180 (ACCORSI *et alii*, 1990) e nel Foglio 200 (Prof. Bernabo Brea M. del Museo Archeologico di Parma, comunicazione personale), riferibili all'industria *Levallois* del Paleolitico inferiore-medio. Questi ritrovamenti pur non fornendo datazioni precise ed attendibili consentono comunque di porre un limite temporale inferiore, indicativo, all'unità di Niviano.

Il tetto dell'unità è approssimativamente datato a circa 40-50.000 anni *B.P.* sulla base di ritrovamenti archeologici avvenuti in località Stradella, Foglio 199 (Prof. Bernabo Brea M. del Museo Archeologico di Parma, comunicazione personale), attribuibili ad industrie comprese tra la fine del Paleolitico antico e l'inizio del Paleolitico superiore e sulla base delle datazioni radiometriche citate nel paragrafo precedente.

In conclusione, tenendo presente anche le datazioni ottenute in altre aree della Regione Emilia Romagna, si attribuisce all'unità Niviano la seguente età:

Età: Pleistocene superiore (post Tirreniano – 40÷50.000 anni *B.P.*).

Unità di Vignola (AES_{7b}): affiora a sud e ad ovest di Fidenza ed è rappresentata da depositi di conoide costituiti da litofacies grossolane e da depositi del reticolo idrografico secondario, costituiti da litofacies prevalentemente fini. La scarpata fluviale che la separa dal Subsintema di Ravenna raggiunge l'altezza massima di 20 m.

La litofacies ghiaiosa è costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, ricoperti da una coltre limoso argillosa discontinua. La litofacies fine è invece costituita da limi, limi argillosi e limi sabbiosi con localmente intercalazioni lenticolari di ghiaie.

Il tetto dell'unità in apice di conoide dei Fiumi Taro e Parma è rappresentato dalla superficie deposizionale, relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è erosivo e discordante sugli altri Subsintemi e sulle unità più antiche.

Il fronte di alterazione del tetto è di discreto spessore (1,5 - 2,0 m) e sono presenti suoli non calcarei, talora con evidenze di accumulo di argilla illuviale. Il profilo è differenziato in orizzonti A-Bw-BC-C e A-Bt-BCK-C; *Hue* degli orizzonti Bw e Bt 5YR. Il colore rossastro è connesso alla cristallizzazione degli ossidi di Fe prodotti dai processi di alterazione.

Lo spessore massimo di questa unità è inferiore a 15 m in affioramento, circa 30 m nel sottosuolo.

Età: Pleistocene superiore (tra 40÷50.000 e circa 20.000 anni *B.P.*).

Nell'area del Foglio sono disponibili le seguenti datazioni radiometriche ottenute con il metodo del ¹⁴C:

Località	CTR	Materiale	Profondità p.c.	Età anni B.P.	Unità
Castione Marchesi	181050	suolo organico e carbone	22,5 m	34.300	AES _{7b}
Isola-Castelletto	181100	legno	24,8 m	22.600	AES _{7b}
Albereto	181110		21,3 m	30.500	AES _{7b}

3.4.2.5. - Subsintema di Ravenna (AES_g)

In contesto intravallivo e in pianura l'unità è rappresentata da depositi di conoide alluvionale, terrazzati, costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti, con locali intercalazioni di sabbie e limi sabbiosi, ricoperte da una coltre limoso-argillosa di spessore variabile. Localmente sono presenti limi e limi sabbiosi prevalenti: depositi di interconoide e del reticolo idrografico minore. Il contatto di base è erosivo e discordante con tutte le altre unità, mentre il limite di tetto è una superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente alla superficie topografica. Il fronte di alterazione del tetto è di moderato spessore (da qualche decina di cm fino ad 1m) ed i suoli presentano gli orizzonti superficiali decarbonatati o parzialmente decarbonatati. Il profilo è costituito dagli orizzonti A-Bw-Bk (C); Hue degli orizzonti B 2,5Y-10YR.

E' sede di attività agricola diffusa, di insediamenti produttivi e di nuclei abitativi.

Nell'area del Foglio, il Subsintema di Ravenna raggiunge lo spessore massimo di circa 20 m.

In carta, all'interno del Subsintema di Ravenna ed in base alla sola litologia superficiale considerata per 1-2 m di spessore dal piano campagna, sono state distinti depositi che denotano gli ambienti deposizionali della piana intravalliva, del conoide e della piana alluvionale appenninica; limitatamente al margine NW del Foglio sono stati osservati depositi attribuibili alla piana a meandri del fiume Po.

Piana intravalliva, conoide e piana alluvionale appenninica

Ghiaie e sabbie di riempimento di canale fluviale: ghiaie e subordinatamente sabbie di riempimento di canale fluviale che formano corpi ad andamento nastriforme, in strati prevalentemente sottili intercalati in una successione limosa, limosa argillosa. Depositati di conoide del reticolo idrografico principale.

Sabbie e ghiaie di riempimento di canale fluviale: sabbia con ghiaia in strati prevalentemente sottili, intercalati in una successione argilloso-limosa, che formano corpi canalizzati a geometria fortemente lenticolare ed ad andamento nastriforme in pianta. Depositati di conoide del reticolo idrografico minore.

Alternanze di sabbia e limi di argine prossimale, canale e rotta: alternanze di sabbie, in strati da sottili a spessi e limi, limi argillosi in strati sottili, molto sottili. Localmente sono presenti depositi di ventaglio di rotta o di tracimazione e subordinati corpi ghiaiosi di canale fluviale. Depositati di argine prossimale e di canale di pertinenza appenninica.

Alternanze di limi e sabbia di argine distale: limi, limi argillosi, limi sabbiosi con intercalati livelli di sabbia in strati sottili, molto sottili, attribuibili a depositi di ventaglio di rotta o di tracimazione. Depositati di argine distale.

Argille e limi di piana inondabile: sono caratterizzati da notevole omogeneità tessiturale e costituiti da argille compatte, argille limose e limi argillosi con

concentrazioni locali di resti vegetali. Rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose in strati sottili.

Piana a meandri del fiume Po

Ghiaia, sabbia e limo di canale, argine e rotta: Sabbie medie e grossolane, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose (depositi di barra), limi e limi sabbiosi in strati decimetrici (depositi di tracimazione).

Nel foglio allegato alla Carta Geologica viene illustrato, tramite linee isobate, l'andamento nel sottosuolo del tetto delle ghiaie di questa unità, nel caso in cui esse costituiscono un corpo sedimentario di continuità tale da poter essere ragionevolmente correlato arealmente sulla base dei dati disponibili.

Nell'area del Foglio sono disponibili le seguenti datazioni radiometriche ottenute con il metodo del ^{14}C :

Località	CTR	Materiale	Profondità p.c.	Età anni B.P.	Unità
Castione Marchesi	181050	suolo organico	9,5 m	13.800	AES8
M. Vaio nord	181090	legno	3,5 m	2.960	AES8
Isola-Castelletto	181100	frustoli vegetali	8,3 m	11.360	AES8
scuola di Coduro	181100	suolo	2,5 m	8.341	AES8
C. Pirlone	181139	carbone	1 m	2.595	AES8
C. Bruciata	181160	frammenti di legno	2,7 m	4.205	AES8
C. S. Antonio	181140	suolo	3,15 m	19.745	AES8

Per l'interpretazione di questi dati si sottolinea il fatto che l'età radiometrica di un paleosuolo non coincide con l'inizio della pedogenesi, cioè con l'inizio della lacuna sedimentaria, ma ragionevolmente con la fine di essa e quindi approssimativamente con l'inizio della sedimentazione successiva.

Anche sulla base delle datazioni radiometriche ottenute nelle successioni dei Fogli limitrofi (180, 199 e 200) e in base alle datazioni radiometriche e geoarcheologiche disponibili nell'area del Foglio, è possibile datare la base del Subsistema di Ravenna a circa 20.000 anni *B.P.* Le lacune stratigrafiche sono localmente ben sviluppate e documentate, oltre che dai dati geocronologici, anche dalla distribuzione dei pollini nella successione sedimentaria: nel sondaggio 181-S10 si osserva la mancanza dell'intervallo che testimonia la tipica esplosione delle Latifoglie che si pone alla fine dell'ultimo periodo glaciale, al passaggio tra Pleistocene ed Olocene; la presenza di pollini di *Juglans* (Noce, la cui diffusione si attribuisce all'opera degli Etruschi, BERTOLDI, 2000) nelle prime importanti coltri oloceniche, inoltre, suggerisce che, in questo sondaggio, i sedimenti post-glaciali iniziano a depositarsi in tempi molto recenti.

Età: Pleistocene superiore (post circa 20.000 anni *B.P.*) – Olocene.

Su base morfologica, archeologica e pedostratigrafica, viene distinta, all'interno del Subsistema di Ravenna, l'unità di Modena.

unità di Modena (AES_{8a}). L'unità è costituita da sabbie prevalenti con livelli e lenti di ghiaie, ricoperte da una coltre limosa e/o limoso-sabbiosa discontinua: depositi di conoide alluvionale distale e di canale, adiacenti all'alveo di piena degli attuali corsi d'acqua, sia in contesto intravallivo, sia di pianura. La scarpata che la separa dal Subsistema di Ravenna non supera mai i 2 –3 m di altezza. Il fronte di alterazione della superficie di tetto è di limitato spessore (poche decine di cm) ed il profilo pedologico è di tipo A-C (Entisuoli) e, localmente, A-Bw-C (Inceptisuoli); *Hue* dell'orizzonte Bw 10YR-2,5Y.

Nella zona di alta pianura l'unità è sede principalmente di attività agricola e solo localmente di insediamenti produttivi e di nuclei abitativi. Verso la zona di bassa pianura i principali corsi d'acqua sono stati arginati artificialmente, e anche le superfici terrazzate riferibili all'Unità di Modena risultano intensamente urbanizzate (per esempio la città di Parma).

Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri.

In base alle datazioni geoarcheologiche disponibili nell'area del Foglio, all'unità di Modena è attribuita un'età post-romana, probabilmente post IV-VII sec. d.C..

Età: Olocene (post IV-VII sec. d.C.).

4. - DEPOSITI QUATERNARI INTRAPPENNINICI CONTINENTALI PRIVI DI UNA FORMALE CONNOTAZIONE STRATIGRAFICA

Questi depositi si sono formati ad opera di vari processi sedimentari, legati principalmente alla dinamica fluviale e limitatamente ai fenomeni gravitativi.

La cartografia dei depositi continentali quaternari nell'area montuosa e collinare del Foglio è il risultato dell'integrazione tra una fase di rilevamento di terreno, con la raccolta di dati e osservazioni di carattere principalmente morfologico oltre che litologico, e una fase di analisi fotointerpretativa.

Mancano invece informazioni riguardanti la caratterizzazione geotecnica dei depositi, lo spessore degli stessi e la classificazione del tipo di movimento per i corpi franosi; dati sicuramente indispensabili per studi di carattere applicativo, per la raccolta dei quali sono necessarie indagini strumentali mirate, non previste nel progetto di cartografia di questo Foglio.

Gli accumuli di frana sono stati distinti sulla base dello stato di attività del movimento, in *corpi di frana senza indizi di evoluzione (a₂)* e in *corpi di frana in evoluzione (a₁)*, le prime non recano evidenze di movimento, mentre le seconde presentano evidenze di movimento in atto o sono state interessate da movimento negli ultimi cicli stagionali. La distinzione è stata fatta sulla base di osservazioni di campagna senza l'ausilio di strumentazione.

I corpi franosi dal punto di vista litologico sono costituiti da accumuli gravitativi di elementi litoidi eterogenei ed eterometrici, ad assetto caotico, in abbon-

dante matrice pelitica.

Tra gli accumuli di frana non sono state comprese quelle porzioni di successioni sedimentarie, di dimensioni cartografabili, che pur conservando un certo assetto stratificato ordinato, risultano traslate, in genere con movimenti di scivolamento in blocco; in questi casi è stata delimitata la porzione interessata dal movimento ed è stata evidenziata con un apposita simbologia (retino) sovrainposta sulle formazioni della successione che la compongono.

Altri tipi di coperture, originatesi per processi essenzialmente gravitativi e con l'apporto più o meno sensibile di fenomeni di ruscellamento, sono i *depositi di versante* (**a₃**); essi sono costituiti da elementi lapidei eterogenei ed eterometrici, inglobati in matrice pelitica o sabbiosa talora abbondante, derivanti da processi di alterazione in situ, accumulati ad opera della gravità e rielaborati da fenomeni gravitativi e dalle acque di ruscellamento.

I depositi alluvionali non attribuiti ad AES, a cui si rimanda per una descrizione dettagliata, sono attribuiti ai depositi alluvionali in evoluzione e recenti (**b₁**).

I depositi alluvionali dal punto di vista litologico sono costituiti da ghiaie, decisamente prevalenti, sabbie e da locali blocchi, di dimensioni fino a plurimetriche; sono presenti locali intercalazioni argilloso-limose. I depositi alluvionali in evoluzione e recenti occupano l'alveo attuale del corso d'acqua e tratti temporaneamente abbandonati, ma che sono potenzialmente interessati dalle dinamiche fluviali in regime di piena ordinaria e sono quindi depositi soggetti ancora a rimobilizzazione.

V – TETTONICA E SEDIMENTAZIONE

1. – TETTONICA E SEDIMENTAZIONE NEL QUATERNARIO

1.1. - INTRODUZIONE

La fase tettonica intramessiniana segna la nascita di un nuovo assetto geodinamico dell'area mediterranea e dà origine al bacino sedimentario (Dominio) Padano-Adriatico. Anche questo bacino, come quello Umbro-marchigiano-romagnolo ad esso antecedente, appartiene alla categoria dei bacini di avanfossa periferici (*peripheral foreland basins*: DICKINSON, 1974), situati sul fronte di un orogene in formazione, la cui origine è legata alla collisione e subduzione di zolle di crosta continentale (subduzione di tipo A: BALLY & SNELSON, 1980).

Come riferito nel Capitolo III-2, la migrazione progressiva verso NE delle avanfosse plio-pleistoceniche, nel settore emiliano occidentale del bacino Padano-Adriatico, è legata alla nascita e allo sviluppo dell'attività di sovrascorrimento lungo due archi principali di strutture compressive, orientate NW-SE: il Fronte di Sovrascorrimento Pedeappenninico e il Fronte di Sovrascorrimento Esterno (Pieghie Emiliane di PIERI & GROPPi, 1982). Questi archi di strutture condizionano in tutto il Plio-Pleistocene la crescita e la distribuzione dei sistemi deposizionali sul margine meridionale del bacino, interferendo con le fasi di erosione e sedimentazione guidate dalle oscillazioni climatico - eustatiche.

In letteratura sono ben documentate due importanti fasi di deformazione strutturale del margine appenninico, di età pliocenica (vedi cicli P1 e P2 in RICCI LUCCHI *et alii*, 1982), di cui, esistono evidenze di carattere magnetostratigrafico, biostratigrafico e sismostratigrafico (MARY *et alii*, 1993; REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998), ma non litologico-tessiturali. Viste le scarse evidenze di terreno, questo capitolo non tratterà gli eventi e la stratigrafia pliocenici, ma, con l'ausilio delle mappe e delle sezioni allegate alla carta geologica del

Foglio 181, si propone, invece, di documentare e illustrare i rapporti tra tettonica e sedimentazione, nonché l'evoluzione dei sistemi deposizionali, nel Quaternario dell'area di studio.

1.2. - DISCUSSIONE SULLE SEZIONI STRATIGRAFICHE ALLEGATE AL FOGLIO 181 E CONSIDERAZIONI DI NEOTETTONICA

Le sezioni stratigrafiche costruite e allegate, in parte, al Foglio 181 sono state sviluppate e correlate tramite l'utilizzo dei Modelli Stratigrafico-Deposizionali definiti e illustrati in Appendice 3 delle Note Illustrative del Foglio 199, alla quale si rimanda il lettore per ogni approfondimento. Viene qua riportata, per chiarezza, soltanto una sintesi delle caratteristiche delle Sequenze Deposizionali (SD) quaternarie riconosciute ed oggetto della seguente trattazione:

UNITÀ	CLASSE	MEZZI DI IDENTIFICAZIONE	MECCANISMO RESPONSABILE
S. D. Principali (Supersintemi)	S.D. <i>sensu</i> MITCHUM <i>et alii</i> 1977	<ul style="list-style-type: none"> - Analisi sismostratigrafica dei profili sismici industriali - Analisi di facies e biostratigrafia delle sezioni affioranti e dei pozzi petroliferi 	Tettonica compressiva e subsidenza isostatica a scala crostale con associata compattazione ed espulsione dei fluidi interstiziali
S. D. Minori (Sintemi)	S.D. <i>sensu</i> MITCHUM <i>et alii</i> 1977	<ul style="list-style-type: none"> - Analisi sismostratigrafica dei profili sismici industriali - Analisi di facies e biostratigrafia delle sezioni affioranti e dei pozzi petroliferi 	Tettonica crostale e/o pelliolare con associata compattazione ed espulsione dei fluidi interstiziali
S. D. Climatico-Eustatiche di rango superiore (Subsintemi)	Classe: S.D. <i>sensu</i> MITCHUM <i>et alii</i> 1977	<ul style="list-style-type: none"> - Analisi di facies su affioramenti, pozzi e sondaggi - Analisi strutturale e morfo-pedostratigrafia del margine - Analisi di facies sismica (max risoluzione industriale) 	Oscillazioni climatiche ed eustatiche che inducono variazioni della potenza morfogenetica dei sistemi fluviali (cicli di 20√100.000 anni)

La taratura dei modelli è stata effettuata mediante analisi di facies, strutturali e morfo-pedostratigrafiche, delle successioni affioranti o carotate in sondaggio.

Le sezioni sono state costruite con due orientazioni, una trasversale (sezioni D-D' e E-E') l'altra longitudinale (sezioni A-A', B-B' e C-C') al margine appenninico ed agli assi degli elementi strutturali sepolti; si spingono ad una profondità massima di circa 400 m ed intercettano la successione appartenente al Supersintema Emiliano-Romagnolo ed alla parte superiore del Supersintema del Quaternario Marino.

Con un tratto spesso sono tracciate le basi del Supersistema Quaternario Marino e del Supersistema Emiliano-Romagnolo (Sequenze Deposizionali Principali). Con un tratto intermedio sono tracciate le basi del Sistema di Costamezzana, del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore e del Subsistema di Agazzano (Sequenze Deposizionali Minori).

I limiti delle Sequenze Deposizionali Principali e Minori sono erosivi nelle porzioni di sezione sconfinanti nel Foglio 199 sottostante e nel settore meridionale del Foglio 181, a monte della sezione geologica longitudinale C-C'. In corrispondenza ed a valle di questa sezione i limiti delle unità sono paraconcordanti e/o concordanti ovvero le unità sembrano deposte in apparente continuità di sedimentazione.

In particolare l'incrocio tra le sezioni D-D' ed A-A' consente di evidenziare le complesse geometrie di un settore che fungeva da alto strutturale e che ha condizionato la deposizione delle unità stratigrafiche. In corrispondenza di questa struttura i limiti delle unità sono più superficiali e ad essi sono associate delle troncature erosive. Nella sezione D-D' la base del Supersistema Emiliano-Romagnolo, ad esempio, si intercetta, a monte della sezione C-C', a quote inferiori ai 100 m di profondità dal piano campagna, mentre supera i 300 m di profondità immediatamente a valle della stessa sezione; nella sezione A-A' questa superficie si intercetta a meno di 100 m di profondità dal piano campagna mentre lateralmente si trova ad oltre 200 m di profondità.

Più in generale, queste geometrie testimoniano che la cerniera strutturale marginale del bacino (CSMB), attiva durante le fasi sin-tettoniche delle Sequenze Deposizionali Principali e Minori del Quaternario, come deducibile anche dai profili sismici, era situata in corrispondenza dell'ETF, vale a dire del fronte esterno delle Pieghe Emiliane, nel settore centro-meridionale del Foglio 181. Si deve quindi ritenere che i depositi sin-tettonici conservati nel settore a valle della CSMB mentre a monte si formava la lacuna erosiva e si depositavano i soli sedimenti delle fasi post-tettoniche.

Con un tratto sottile sono state delimitate le Sequenze Deposizionali Climatico-Eustatiche (SDCE), vale a dire i Subsistemi. Non è stato possibile individuare e correlare con ragionevole sicurezza delle SDCE all'interno del Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore.

L'esame delle relazioni geometriche intercorrenti tra i Subsistemi del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore evidenzia che, anche a questa scala, in corrispondenza della sezione C-C' e a nord di questa, tutte le SDCE si sviluppano in apparente continuità stratigrafica mentre a sud della stessa sono presenti troncature erosive e riduzioni notevoli degli spessori delle SDCE.

Si può notare che il Subsistema di Agazzano ed i subsistemi successivi mostrano geometrie più regolari ovvero le variazioni di spessore sono meno marcate rispetto alle unità più antiche.

Nelle sezioni D-D' e E-E' lo spessore delle SDCE del Sistema Emiliano-Romagnolo superiore si rastrema notevolmente a monte della sezione C-C',

questo assottigliamento in destra Taro (sezione E-E') porta l'unità ad uno spessore massimo di una trentina di metri. In sinistra Taro (sezione D-D'), ugualmente, lo spessore si riduce notevolmente (25-30 m al massimo) e AES è rappresentato da AES₃, AES_{7b} e da AES_{7a} e AES₈ che si chiudono progressivamente verso sud. La sezione longitudinale B-B', inoltre, nel settore di sinistra del fiume Taro, evidenzia le complesse relazioni latero-verticali tra le varie SDCE, si osserva, infatti, che i subsintemi più recenti incidono e terrazzano quelli più antichi.

In conclusione, le geometrie rappresentate dalle sezioni geologiche sono interpretabili secondo la seguente evoluzione: lo spostamento abrupto della CSMB è provocato da eventi tettonici che coinvolgono aree e blocchi strutturali di notevole estensione e verosimilmente controllano la deposizione delle Sequenze Deposizionali Principali (Supersintemi) e delle Sequenze Deposizionali Minori (Sintemi) e la formazione dei loro limiti; è lecito pensare che in concomitanza con tali eventi tettonici si creino le premesse topografiche per uno sconvolgimento del reticolo di drenaggio. A questo fenomeno si sommano gli effetti delle oscillazioni climatiche che sono responsabili, attraverso le fasi d'attivazione e disattivazione fluviali, dello sviluppo e dell'organizzazione interna delle facies nelle SDCE.

VI – LA CARTOGRAFIA DEL SOTTOSUOLO: LA CARTA DEL TETTO DELLE GHIAIE E DELLE SABBIE E GLI SCHEMI DELLE BASI DI AES, AEI E CMZ

Per quanto riguarda la cartografia in pianta della porzione più superficiale del sottosuolo è stato scelto di dare enfasi ai corpi litologicamente più grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie più o meno ghiaiose), realizzando la carta del “tetto delle ghiaie e delle sabbie”.

Questa descrive la geometria della superficie sommitale dei principali depositi ghiaiosi e sabbiosi dell’immediato sottosuolo, intercettati dalle indagini geognostiche che sono raccolte nella Banca Dati Geognostici della Regione Emilia-Romagna (profondità massima raggiunta non superiore a circa -70 m dal piano campagna). Questi corpi ghiaiosi e sabbiosi appartengono a sistemi di conoidi alluvionali e sono attribuiti alle unità più superficiali presenti nel Foglio ovvero alle unità AES₈, AES₇ e AES₃.

La scelta di rappresentare in pianta questi depositi fluviali è motivata dal fatto che la carta che ne deriva fornisce importanti informazioni sull’architettura dei sistemi deposizionali sepolti, ovvero offre nuovi dati per la ricostruzione della dinamica sedimentaria del margine appenninico durante il recente passato (Pleistocene superiore-Olocene), nonché costituisce un documento di grande interesse applicativo per quanto concerne la salvaguardia e lo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee.

La natura grossolana del deposito è definita sia in modo diretto, sulla base delle descrizioni riportate nelle stratigrafie dei pozzi e carotaggi, sia in modo indiretto, sulla base della risposta alla punta dei terreni nelle prove penetrometriche. La carta del “tetto delle ghiaie e delle sabbie” rappresenta la quota del tetto delle ghiaie e sabbie sepolte sotto forma di isobate riferite al livello del mare. La carta quindi è costruita interpolando, in pianta, le quote relative a dati puntuali che si riferiscono a depositi ghiaiosi e sabbiosi alluvionali di varie generazioni, sovrapposti verticalmente e giustapposti lateralmente. Essa quindi rappresenta, di fatto, le aree e le

quote in cui vi è la probabilità massima di intercettare i primi depositi grossolani dalla superficie, in base al set di dati disponibili al momento del suo allestimento.

L'attribuzione stratigrafica dei depositi ghiaiosi e sabbiosi è stata fatta sulla base del quadro stratigrafico ricostruito da sezioni geologiche; in questa attribuzione sono stati di fondamentale importanza i sondaggi a carotaggio continuo appositamente realizzati per il progetto CARG e, ovviamente, le datazioni ^{14}C effettuate sulle carote.

I depositi ghiaiosi e sabbiosi sono assegnati alle unità stratigrafiche AES₃, AES₇ e AES₈ sia nel sottosuolo sia in superficie; in quest'ultimo caso le aree di affioramento costituiscono il collegamento fra la cartografia di superficie e quella di sottosuolo (la quota delle ghiaie e delle sabbie affioranti non viene riportata perchè coincide con buona approssimazione con la quota topografica).

La carta non è "trasparente" (con la sola eccezione delle aree in cui le ghiaie AES₈ sono affioranti) ovvero viene rappresentato soltanto il tetto ghiaioso e sabbioso sepolto più superficiale che può appartenere sia ad AES₃, AES₇ sia ad AES₈. Questa caratteristica conferisce al "tetto delle ghiaie e delle sabbie" un significato tempo-trasgressivo; in altre parole tale superficie non è isocrona.

Le aree dove è mappato il tetto delle ghiaie e delle sabbie sepolto così definito possono confinare con aree dove, per mancanza di dato non è definita la litologia affiorante o sepolta (AES_{7b}, AES_{7a}, AES₃, AES_{2a} e AES_{2b}) e con aree che rappresentano delle variazioni laterali di facies (con granulometrie uguali o inferiori alla sabbia) all'interno della superficie "tetto delle ghiaie e delle sabbie".

Le ghiaie attribuite ad AES₈ sono state suddivise in due intervalli, corrispondenti verosimilmente a due cicli sedimentari distinti: i livelli più profondi sono stati attribuiti ad un primo ciclo sedimentario, denominato informalmente AES₈ "inferiore", mentre i depositi ghiaiosi più superficiali ad un successivo ciclo ed attribuiti ad un AES₈ "superiore". La differenza di quota tra i tetti di questi due intervalli grossolani può raggiungere i 6-7 metri.

Dalla lettura della carta emerge l'esistenza di due domini distinti, uno legato all'attività del Po, l'altro ai fiumi di pertinenza appenninica.

La distinzione avviene, in primo luogo, sulla base della distribuzione e delle geometrie dei corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi: i depositi padani occupano la porzione settentrionale del Foglio e sono organizzati in corpi tabulari pressochè continui ed amalgamati che costituiscono intervalli di spessore massimo di 25-30 m (vedi sezioni geologiche), con asse deposizionale orientato E-W, circa parallelamente al margine appenninico; i depositi appenninici sono localizzati in corrispondenza dello sbocco delle valli del Fiume Taro e dei torrenti del settore occidentale (T. Stirone, T. Parola, T. Ongina), hanno una forma lobata e orientata trasversalmente al margine appenninico e sono costituiti da corpi ghiaioso-sabbiosi amalgamati, spessi fino a 20-30 m (vedi sezioni geologiche).

Per discriminare i due domini è stato utilizzato anche il criterio petrografico; è stata compiuta a tal proposito un'analisi della composizione delle sabbie dei sondaggi S3, S8, S10 e S12 (vedi Appendice 2).

I risultati delle analisi hanno mostrato che il tetto dei primi depositi grossolani intercettati nei sondaggi S3 e S8 appartengono ai sistemi appenninici.

I campioni del sondaggio S10, compresi quelli posizionati al tetto dei primi depositi sabbioso-ghiaiosi, posseggono una composizione petrografia di tipo padana. I campioni prelevati nei primi 30 metri del sondaggio S12, infine, riflettono la transizione tra sistema padano e i sistemi appenninici, mostrando petrofacies con caratteristiche intermedie.

Nel dominio di pertinenza padana si osserva che le ghiaie dell'unità di Vignola (AES_{7b}) sono ricoperte da un primo intervallo ghaioso-sabbioso e sabbioso dell'unità di Ravenna (denominato informalmente AES₈ "inferiore"), a loro volta ricoperte da uno spessore più superficiale di depositi ghaioso-sabbiosi, sempre appartenenti ad AES₈ (denominati informalmente AES₈ "superiore"). È interessante notare che il limite di esistenza dei sedimenti grossolani si è spostato, nel tempo, verso nord ovvero in direzione dell'asta fluviale del Po, creando una "gradinata" orientata circa parallelamente al margine appenninico ed immergente verso ENE; prescindendo da questi ricoprimenti e quindi dai salti di quota che comportano, il tetto delle ghiaie del dominio padano è approssimabile ad una superficie piuttosto regolare immergente circa verso ENE.

I principali sistemi appenninici sono due e si sviluppano in corrispondenza del fiume Taro e del torrente Stirone.

La conoide alluvionale attribuibile all'attività del fiume Taro si estende a nord fino a S. Secondo Parmense, ad ovest poco oltre a Fontanellato e verso est fino alla città di Parma dove viene a contatto con i depositi del T. Parma. I settori più distali della conoide sono costituiti dai lobi più profondi e sono attribuiti alle unità più antiche (ad es. AES₃ nel margine occidentale). I settori più prossimi all'attuale sbocco vallivo ed al corso del F. Taro sono caratterizzati dai lobi più superficiali e più recenti (AES_{8a}).

Questa organizzazione geometrica suggerisce che nel passaggio dall'unità più antica a quella più recente si realizza un'arretramento dei lobi della conoide, con una progressiva riduzione e spostamento verso monte degli accumuli grossolani; tuttavia, l'analisi stratigrafica del sottosuolo (vedi sezioni geologiche) evidenzia che i rapporti geometrici tra i corpi ghiaiosi delle singole unità sono irregolari e complicati e indica che anche gli spostamenti laterali dell'asse deposizionale possono aver contribuito all'architettura osservata.

Nel settore occidentale del Foglio si osservano i depositi di conoide del T. Stirone, in corrispondenza di Fidenza, ed i lobi di altri sistemi minori come quello del T. Parola e del T. Ongina. Le relazioni tra i vari intervalli ghiaiosi appaiono geometricamente più complicati e si osserva una minore estensione dei lobi ghiaiosi di AES₈ e l'assenza di ghiaie attribuite ad AES_{8a}.

È da notare una zona intermedia tra le ghiaie appartenenti rispettivamente al sistema del F. Taro e a quelle dei sistemi alluvionali occidentali (T. Stirone, T. Parola, T. Ongina). Questa porzione potrebbe essere interpretata come zona di tracimazione interposta tra la grande conoide del F. Taro e quelle minori più occidentali.

Lo studio del sottosuolo attraverso una fitta maglia di sezioni geologiche ha consentito la stesura anche di tre schemi che rappresentano l'andamento della

base del Sintema di Costamezzana (CMZ), del Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) e del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) e che costituiscono una sintesi dell'evoluzione.

Lo schema delle isobate della base del Sintema di Costamezzana che, nel settore del Foglio 181, corrisponde alla base dell'acquifero utile per uso idropotabile e agricolo-industriale, mostra i seguenti caratteri peculiari:

- la superficie di discontinuità mostra una generale immersione verso NE corrispondente alla direzione delle principali strutture (PTF ed ETF, vedi cap. III-2) allineate con un orientamento appenninico NW-SE;
- la morfologia della superficie è influenzata dalla presenza dei fronti sepolti sopra menzionati;
- partendo dalla porzione più marginale a SW della mappa si osservano isobate mediamente ravvicinate (pendenza del 6%) e spaziate regolarmente (solamente separate da una zona di flesso), che si appoggiano sul fore-limb della struttura di Salsomaggiore;
- procedendo verso NE le isobate gradualmente si distanziano proprio in corrispondenza dell'alto strutturale dell'ETF e in concomitanza della sua culminazione assiale formano una debole sinclinale e anticlinale, i cui assi presentano una direzione NW-SE;
- a valle dell'alto strutturale le isobate si mostrano ravvicinate (pendenza del 18%) formando una regolare scarpata.

Lo schema della superficie di discontinuità stratigrafica che separa il Supersintema del Quaternario marino dal Supersintema Emiliano-Romagnolo e che costituisce la discontinuità basale del Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore, mette in evidenza la persistente influenza delle strutture sepolte sulla morfologia della superficie limite di questo sintema anche se attenuata rispetto all'unità più antica. Le caratteristiche principali sono:

- partendo dal margine, la disposizione delle isobate descrive una debole monoclinale con inclinazioni del 4% che presenta una direzione NW-SE;
- il regolare pendio è interrotto in corrispondenza della culminazione assiale dell'ETF che impone uno spianamento della superficie di discontinuità con la creazioni di una stretta sinclinale, che si apre rapidamente verso nord, con asse orientato NNW-SSE ed un'ampia anticlinale;
- a valle dell'alto strutturale si imposta una scarpata con pendenze medie del 9% in cui si riscontra nuovamente la direzione strutturale principale NW-SE;
- la presenza di un'ampia conoide alluvionale (paleo-Taro?) del Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore compresa nel Foglio 181.

Lo schema della superficie di discontinuità stratigrafica basale del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore mostra che la superficie morfologica, pur presentando pendenze inferiori confrontate con quelle delle unità più antiche, mantiene una immersione generale verso NE, connessa con la presenza delle strutture sepolte, con isobate distanziate regolarmente. In corrispondenza della culminazione assiale dell'allineamento strutturale più esterno persiste una zona di alto, in cui le isobate si distanziano, seguito da una scarpata con pendenze massime dell'ordine dei 4,5%.

VII - ASPETTI AMBIENTALI E APPLICATIVI

1. - RISORSE IDROPOTABILI (a cura di G. Di Dio)

L'idrostratigrafia è quella branca dell'idrogeologia che studia l'architettura dei bacini idrogeologici attraverso la definizione e la mappatura di unità idrostratigrafiche (MAXEY, 1964; SEABER, 1988), vale a dire corpi geologici più o meno complessi, cartografabili, in ciascuno dei quali ha sede un sistema idrologico ragionevolmente distinto. L'unità base dell'idrostratigrafia classica è il serbatoio acquifero, o più semplicemente l'acquifero, i.e. un corpo geologico, cartografabile in affioramento e in sottosuolo, costituito da un'associazione latero-verticale di facies le cui caratteristiche petrofisiche d'insieme consentono di immagazzinare e trasferire volumi di acqua economicamente sfruttabili. Affinchè venga rispettata la definizione iniziale, ogni acquifero deve essere limitato, per gran parte della sua estensione, da corpi geologici a permeabilità bassa o nulla, genericamente denominati, nel gergo dei petrolieri, barriere di permeabilità, che corrispondono agli acquitardi e agli acquicludi della letteratura idrogeologica. Le facies omogenee dal punto di vista sedimentologico e petrofisico che costituiscono gli acquiferi e le barriere di permeabilità confinanti, vengono chiamate operativamente idrofacies. Insieme di acquiferi, acquitardi e acquicludi vengono accorpati in unità idrostratigrafiche di rango gerarchico crescente fino al termine ultimo che coincide con l'intero bacino idrogeologico.

In questo capitolo si discuterà brevemente l'idrostratigrafia del Bacino Idrogeologico della Pianura Parmense, di cui fa parte l'area di pianura compresa nel Foglio 181.

I primi studi geologici moderni sul Bacino Idrogeologico della Pianura Parmense, promossi in gran parte dall'Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR, risalgono agli anni '70 (MORESTORI, 1971; VENZO, 1973; PETRUCCI *et alii*, 1975a,b, 1976; ROSSETTI, 1976; BIGI *et alii*, 1976; REGIONE EMILIA-ROMAGNA - IDROSER,

1978). Le principali conclusioni scientifiche dei suddetti Autori si possono sintetizzare nelle espressioni seguenti, tratte da PETRUCCI *et alii* (1975a):

1. Il passaggio fra depositi alluvionali (*acquiferi*) appenninici e depositi (*acquiferi*) di origine padana dovrebbe estendersi su di una fascia rintracciabile all'altezza della via Emilia.
2. Il limite tra sedimenti marini e continentali è determinante nello studio degli acquiferi, in quanto, di norma, il tetto del sedimentario marino è costituito da depositi prevalentemente argillosi.
3. Solo attraverso una ricostruzione completa delle strutture geologiche che hanno portato alle attuali condizioni geomorfologiche, si può esaminare l'andamento delle falde acquifere sotterranee.
4. L'ipotesi che le falde acquifere possano essere comprese entro livelli permeabili di notevole estensione areale, regolarmente alternati con diaframmi impermeabili, è insostenibile, per l'impossibilità di correlare in tal senso, in pozzi limitrofi, orizzonti di analoghe caratteristiche litostratigrafiche.
5. L'andamento irregolare degli acquiferi conferma che sarebbe praticamente vano tentare l'esatta rappresentazione in dettaglio del sottosuolo; appare invece necessario orientare le ricerche verso una correlazione e interpretazione di dati su basi statistiche e su scala territoriale.

Tali conclusioni vengono supportate da sezioni idrogeologiche (Fig. 4) che sfruttano un lungo e paziente lavoro di ricerca e classificazione di stratigrafie di pozzi per acqua e la raccolta di stratigrafie di pozzi petroliferi pubblicata in quegli anni dall'ENI (1972). Ritenuta impraticabile l'impresa di comprendere e rappresentare in dettaglio il sottosuolo, nel Progetto di Piano per la Salvaguardia

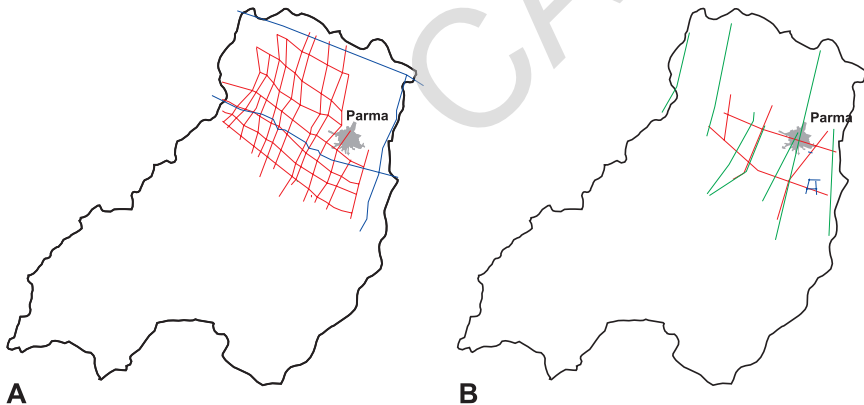


Fig. 4 - A) Sezioni idrostratigrafiche e idrogeologiche legate al progetto CARG (da DI DIO *et alii*, in rosso; da Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998, in blu). B) Sezioni idrogeologiche elaborate nei lavori precedenti (da PETRUCCI *et alii*, 1975a, in verde; da ALIFRACCO *et alii*, 1992, in rosso; da AMPS, 1996, in blu).

e l'Utilizzo ottimale delle Risorse Idriche in Emilia-Romagna (REGIONE EMILIA-ROMAGNA - IDROSER, 1978) il Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola viene schematizzato come un acquifero monostrato equivalente, in parte freatico, in parte in pressione.

Nel corso degli anni '80 non vengono pubblicati studi idrogeologici sulla pianura parmense corredati di nuove sezioni geologiche interpretative del sottosuolo. A partire dal 1990, invece, riprendono gli studi e le pubblicazioni, sollecitati, soprattutto, dal crescente problema dei nitrati nelle acque di falda. Si segnalano i lavori di PETRUCCI *et alii* (1990a,b, 1992), di ALIFRACO *et alii* (1992) e di AMPS (1996), che si concentrano quasi esclusivamente sul problema della vulnerabilità degli acquiferi e si basano su estese campagne di indagini geoelettriche. Quest'ultima pubblicazione e quella di ALIFRACO *et alii* (1992) sono le uniche a proporre, a sostegno dei risultati delle nuove ricerche, un modello idrogeologico del sottosuolo dedotto da sezioni stratigrafiche redatte *ex novo* rispetto agli studi precedenti. Tuttavia, nei confronti delle metodologie e delle conclusioni scientifiche degli anni '70, l'unico miglioramento conoscitivo apprezzabile risiede nell'individuazione ben più a nord della via Emilia del limite tra gli acquiferi di origine appenninica e quelli di origine padana.

Nella prima metà degli anni '90 l'Ufficio Geologico della Regione Emilia-Romagna intraprende il Progetto CARG (Nuova Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000). All'interno del Progetto CARG, nel corso di oltre sette anni, lo studio dei depositi pleistocenici della Provincia di Parma (DI DIO, 1997a; DI DIO *et alii*, 1997a,b) si sviluppa attraverso la creazione e la periodica revisione di una fitta rete di sezioni stratigrafico-idrogeologiche. Tale rete si caratterizza e si distingue da quelle proposte negli studi precedenti per il fatto di osservare rigorosamente il principio fondamentale degli studi di sottosuolo, secondo cui tutte le maglie di sezioni stratigrafiche devono risultare chiuse e tarate ovvero agganciate ai limiti stratigrafici rilevati in affioramento e in sondaggio. Nel corso degli anni di studio l'interpretazione stratigrafica del sottosuolo si concretizza in un modello evolutivo tridimensionale, sia stratigrafico che idrogeologico, dell'intera Pianura Padana emiliano-romagnola (DI DIO, 1998; REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998). Tale modello è sinteticamente illustrato nella Fig. 5. In questa figura si distinguono tre Unità Idrostratigrafico – Sequenziali (sensu REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998) di rango superiore, denominate Gruppi (di) Acquiferi. Tali unità affiorano sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati negli ultimi 20.000 anni dal Fiume Po e dai suoi affluenti, contenenti acquiferi di scarsa estensione e potenzialità (Acquifero Superficiale). Ciascun Gruppo Acquifero risulta idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a livelli argillosi di spessore plurimetrico sviluppati a scala regionale. Al suo interno ogni Gruppo Acquifero è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi in Complessi e

NUOVA STRATIGRAFIA FISICA DEL PLEISTOCENE EMILIANO-ROMAGNOLO										UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE	
NOTE ILLUSTRATIVE F. 199 e RER & EN-AGIP (1998) mod.			EQUIVALENTI ALLOSTRATIGR.	EQUIVALENTI LITOSTRATIGRAFICI			ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (GRUPPI E ANNI)	GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO	
POST TETTONICO	SIN TETTONICO	POST TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO	AFFIORANTI SUL M.A.P.							
POST TETTONICO	SIN TETTONICO	POST TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.			~0,12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	A	A1	
SIN TETTONICO	POST TETTONICO	SIN TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.						A2	
POST TETTONICO	SIN TETTONICO	POST TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.						A3	
SIN TETTONICO	POST TETTONICO	SIN TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.						A4	
POST TETTONICO	SIN TETTONICO	POST TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.			~0,45	PLEISTOCENE MEDIO	B	B1	
SIN TETTONICO	POST TETTONICO	SIN TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.							B2
POST TETTONICO	SIN TETTONICO	POST TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.							B3
SIN TETTONICO	POST TETTONICO	SIN TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.							B4
POST TETTONICO	SIN TETTONICO	POST TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.			~0,80	PLEISTOCENE MEDIO	C	C1	
SIN TETTONICO	POST TETTONICO	SIN TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.							C2
POST TETTONICO	SIN TETTONICO	POST TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.							C3
SIN TETTONICO	POST TETTONICO	SIN TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.							C4
POST TETTONICO	SIN TETTONICO	POST TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.			~1,0	PLEISTOCENE INFERIORE	C	C4	
SIN TETTONICO	POST TETTONICO	SIN TETTONICO	ALLOSTRATIGR. EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	AFFIORANTI SUL M.A.P.							
								1,72	PLEISTOCENE INFERIORE		

Fig. 5 - Schema stratigrafico di figura 1 in cui sono inserite le suddivisioni idrostratigrafiche e le sigle delle unità che ne derivano.

Sistemi (di) Acquiferi.

Per quanto riguarda il Bacino Idrogeologico della Pianura Parmense, i corpi geologici che fungono da acquiferi sono costituiti dai sedimenti ghiaiosi e sabbiosi di origine deltizia, litorale e alluvionale depositi dai paleo-fiumi appenninici e dal Paleo-fiume Po a partire da circa 1 milione di anni fa. Le principali barriere di permeabilità in senso orizzontale sono costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine, interpretabili come sistemi deposizionali interdeltizi o di interconoide e bacino interfluviale, che si giustappongono ai sistemi deposizionali deltizi, di conoide alluvionale e fluviali, ricchi in materiali grossolani.

Gli studi geologici promossi dal Progetto CARG hanno consentito di migliorare notevolmente il quadro delle conoscenze del Bacino Idrogeologico della Pianura Padana Parmense illustrato nelle conclusioni degli Autori degli anni '70 e nel Progetto di Piano per la Salvaguardia e l'Utilizzo ottimale delle Risorse Idriche in Emilia-Romagna (REGIONE EMILIA-ROMAGNA - IDROSER, 1978). In particolare, si può affermare che:

- I serbatoi acquiferi del Bacino Idrogeologico della Pianura Padana Parmense si formano, a partire da circa 1 milione di anni fa, dapprima all'interno di un sistema deposizionale di delta-conoide attribuibile ad un Paleo-Fiume Taro (Complesso Acquifero C3), e poi, nel Pleistocene Medio e Superiore, all'interno delle Piane e delle Conoidi Alluvionali dei Fiumi Po, Taro, Parma, Enza, Baganza e Stirone, elencati in ordine di importanza per dimensione dei

serbatoi (Gruppi Acquiferi B e A).

- L'evoluzione strutturale dell'Appennino e le oscillazioni climatiche quaternarie, come descritte nel Titolo V "Tettonica e sedimentazione", guidano l'evoluzione del reticolo di drenaggio appenninico e il progressivo sviluppo dei sistemi di conoide alluvionale; l'ultima a presentarsi nel registro geologico è quella del Torrente Stirone che si sviluppa a partire dal Pleistocene superiore.
- I depositi grossolani di origine marino-marginale e di delta-conoide ascritti al Complesso Acquifero C3 costituiscono serbatoi acquiferi di grande estensione, solitamente in pressione, intercalati da barriere di permeabilità di notevole spessore (> 8m) e continuità.
- I Gruppi Acquiferi B e A, di origine alluvionale, non costituiscono mai un acquifero monostrato indifferenziato. Essi risultano invece molto più complessi e articolati del Gruppo C a causa della giustapposizione e sovrapposizione di differenti sistemi deposizionali, ma possono comunque essere studiati e cartografati in dettaglio, evidenziando le aree di interconnessione presenti tra sistemi acquiferi generalmente separati e l'estensione delle principali barriere di permeabilità.

Visto che le Unità Idrostratigrafico-Sequenziali sono derivate direttamente dalle Sequenze Deposizionali è possibile leggere in chiave idrostratigrafica le Sezioni allegate al foglio descrittivo del sottosuolo. Proprio per consentire questo tipo di lettura ed evidenziare le barriere di permeabilità che separano i Complessi e i Sistemi Acquiferi, alle facies fini dotate di una certa continuità, appartenenti a ciascuna SDCE dell'AES, è stato assegnato un sovrassegno che le distingue (vedi sezioni geologiche).

Tali sezioni, diversamente da quelle degli studi passati (vedi note Foglio 199 per maggiori dettagli) sono, quindi, costruite secondo i dettami della stratigrafia fisica, che ritiene fondamentale correlare nel sottosuolo i limiti tra le UBSU definite in affioramento e comprendere in un ottica sedimentologica la distribuzione stratigrafica e la geometria dei livelli argillosi e ghiaioso-sabbiosi. Il vantaggio applicativo di questo metodo è immediato, se si pensa che l'andamento degli strati nel sottosuolo è essenzialmente concordante con i limiti della UBSU che li contiene e che, ad esclusione delle aree di ricarica diretta dalla superficie, i flussi idrici sotterranei avvengono prevalentemente lungo-strato e nei livelli più permeabili. Disponendo di sezioni costruite secondo i dettami della stratigrafia fisica, risulta quindi agevole ipotizzare, per ciascun acquifero e in ogni punto del sottosuolo, il percorso più probabile del flusso idrico che lo alimenta (o lo inquina) a partire dalla superficie (CONTI *et alii*, 1999; DALL'OLIO *et alii*, 1999). Al contrario, se le sezioni di cui si dispone mancano delle relazioni geometriche fondamentali fra gruppi di strati e ogni acquifero appare isolato dagli altri, non sarà mai possibile utilizzarle per effettuare osservazioni e ipotesi di carattere idrogeologico, né tantomeno per risalire dagli acquiferi inquinati alle potenziali fonti di inquinamento.

In base a quanto detto in precedenza, attraverso l'esame combinato delle sezioni (idro)stratigrafiche allegate al Foglio 181 e dei dati sulla qualità delle acque sotterranee nella Provincia di Parma, relativi al periodo compreso tra il 1992 e il 1999, è possibile fare alcune considerazioni di carattere idrogeologico:

- i tre Gruppi Acquiferi mostrano un notevole grado di isolamento fra loro a partire già dal margine collinare.
- Il Gruppo Acquifero A, a causa della connessione diretta con l'atmosfera e il suolo nelle zone ove l'acquifero superficiale si sviluppa fino a piano campagna (vedi Tav. II, Carta del tetto delle ghiaie), risulta generalmente inquinato da nitrati e privo di ferro in soluzione.
- Il Gruppo Acquifero B è praticamente isolato dalla superficie, come denunciato dalla generale assenza di nitrati e da notevoli quantità di ferro in soluzione. Esso comprende numerose barriere di permeabilità dotate di buona continuità areale e pertanto, fin dove preservato nel sottosuolo (vedi Tav. I), rappresenta nel suo insieme una separazione invalicabile tra il Gruppo Acquifero A e il Gruppo Acquifero C.
- Il Gruppo Acquifero C è sfruttato intensamente solo in corrispondenza del margine appenninico e degli alti strutturali di Collecchio e Corcagnano. Più a valle è in condizioni di non sfruttamento e presenta facies idrochimico-isotopiche particolari, studiate da SAGNE (1998). La sua alimentazione è spesso ridotta alle aree d'intersezione con i corsi d'acqua appenninici.
- La base del Sintema di Costamezzana o Complesso Acquifero C3, illustrata nella Tav. 1, coincide con la base degli acquiferi utili (*sensu* REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998) fin circa all'isobata dei 350-400 m.

I risultati conseguiti con gli studi sopra esposti rivestono un'importanza fondamentale nel campo della pianificazione territoriale e nella gestione e protezione della risorsa acqua. Le possibili applicazioni sono molteplici e vanno dalla gestione dell'attività di spandimento dei liquami alla delimitazione delle aree di protezione dei pozzi acquedottistici (D. Lgs. 152/99, L.R. 50/95).

La rete di sezioni stratigrafiche allegate al Foglio 181 consente di sviluppare un modello idrostratigrafico tridimensionale del sottosuolo che analizzato in dettaglio permette di delimitare in superficie le aree di ricarica diretta (*sensu* REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998) di ciascuna delle unità individuate. La mappatura delle aree di ricarica diretta riveste un ruolo importantissimo nella valutazione di vulnerabilità degli acquiferi e consente di ridefinire in modo sostanziale anche il criterio di delimitazione delle Fasce di Rispetto delle Opere di Captazione, come discusso nelle pubblicazioni di DALL'OLIO *et alii* (1999) e CONTI *et alii* (1999).

Sulla base dei dati ottenuti con il Progetto CARG sono già stati ottenuti notevoli risultati: infatti è stata ristrutturata la Rete di Monitoraggio delle Acque Sotterranee della Provincia di Parma e sono stati elaborati sia la Nuova Carta della Vulnerabilità degli Acquiferi, sia gli Indirizzi per la Tutela delle Acque.

2. - LE ACQUE SULFUREO-SOLFATO-CALCICHE DI TABIANO BAGNI (a cura di G. Papani)

Le acque sulfuree di Tabiano, note già dagli inizi dell'ottocento per spiccate qualità terapeutiche, provengono da sorgenti naturali (Pergoli, Passelle, Castello) e da un pozzo (Arvè) perforato nel 1956. Lo stabilimento termale di Tabiano Bagni utilizza a scopo terapeutico le acque della Sorgente Pergoli (situata nei pressi dello stabilimento stesso) e del Pozzo Arvè.

Queste acque provengono da un acquifero legato alla Formazione gessoso-solfifera messiniana, non presente in affioramento perché mascherata dalla Formazione a colombacci, che la ricopre in discordanza stratigrafica. Infatti la Formazione gessoso-solfifera è ben rappresentata in sottosuolo, dove è stata attraversata anche da un recente sondaggio (Arvè 1 bis) eseguito nel 1999 per conto delle Terme di Tabiano S.p.A.

La presenza di gesso selenitico e di calcari cariati nei 60 metri finali documenta inequivocabilmente la facies evaporitica della Formazione gessoso-solfifera.

Il bacino evaporitico messiniano, presente solo nel settore compreso fra Tabiano Bagni e Tabiano Castello, è strutturato in conca sinclinalica interessata da un complicato sistema di faglie ed appartiene al complesso alloctono, costituito da unità liguri ed epiliguri, traslato sulla struttura miocenica di Salsomaggiore durante la "fase intramessiniana" (IACCARINO & PAPANI, 1979), e poi ricoperto in discordanza dai depositi del "lago-mare".

PROGETTO
CARG

APPENDICE 1**CARTOGRAFIA GEOLOGICA E DIFESA DEL SUOLO**
(a cura di M.T. De Nardo)**1. - INTRODUZIONE**

La Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo a scala 1:10.000, della quale i fogli 1:50.000 rappresentano la sintesi, trova molteplici utilizzi in campo applicativo sia come carta di inquadramento generale (preliminare a rilevamenti di maggiore dettaglio), sia come base per elaborazioni tematiche a scale inferiori.

In questo capitolo verranno sinteticamente trattati i principali ambiti di applicazione delle informazioni geologiche derivabili dal foglio oggetto di queste Note Illustrative (con le precisazioni di cui sopra in merito alla scala), fornendo al lettore gli estremi dell'eventuale normativa di riferimento (con speciale attenzione a quella regionale, meno facilmente reperibile) ed evidenziando i collegamenti con l'area rappresentata nel foglio geologico oggetto di queste Note Illustrative.

Questi gli argomenti trattati:

- pianificazione territoriale
- gestione dei vincoli idrogeologico e sismico
- gestione delle attività estrattive
- valutazione del dissesto idrogeologico

2. - PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

In base alla legge regionale (in seguito, L.R.) n.47 del 7-12-78 "Tutela e uso del territorio", la pianificazione territoriale si attua secondo due livelli:

- un livello regionale, con riferimento al Piano Territoriale Regionale (PTR, i cui contenuti sono riassunti dall'art. 5 della L.R. n.36 del 5-9-88) e strumenti di settore ad esso collegati. Al PTR è riconosciuto il compito di unificazione e coordinamento della pianificazione di settore (sub-regionale) in materia di ambiente, trasporti, attività produttive.
- un livello sub-regionale, con riferimento principalmente ai Piani Regolatori comunali (PRG) e strumenti di dettaglio, necessariamente conformi alle norme generali stabilite dai precedenti. Relativamente alla documentazione geologica da produrre a corredo dei piani urbanistici comunali, il riferimento normativo è dato dalla circolare regionale n.1288 dell'11-2-83, per molti aspetti superata ed in attesa di indispensabili aggiornamenti (si veda, a tale scopo, la creazione di un'apposito gruppo di lavoro da parte dell'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna). Per i Comuni dell'Appennino emiliano-romagnolo, la cartografia geologica a scala 1:10.000 è stata spesso utilizzata dai professionisti incaricati come riferimento per l'inquadramento geologico generale.

Nella già citata L.R. 47/78 sono contenuti specifici riferimenti circa l'acquisizione di dati geologici sul territorio, finalizzati alla determinazione di "zone di tutela" (art. 33 sulle aree soggette a dissesto idrogeologico). Tale filosofia è sviluppata successivamente nella formulazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale (vedi oltre).

La successiva legge dello Stato sulla difesa del suolo (183/89) ha dato ulteriormente impulso alla pianificazione regionale, applicata tuttavia a settori tanto numerosi ed articolati da rendere tutt'ora inattuata la formulazione dei previsti piani di bacino.

Per il settore ambiente, il PTR prevede l'adozione dei seguenti piani, relativamente ai quali è indispensabile l'informazione geologica:

- il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR, la prima versione del quale risale al 1988, adottato in forma definitiva con delibere n.1388 del 28-1-93 e n.1551 del 14-7-93)
- i piani di tutela delle acque s.l. (riferimenti: L.R. n.9 dell'1-2-83 "piano territoriale regionale per il risanamento e la tutela delle acque"; legge dello Stato n.845 del 10-12-80 "legge speciale per Ravenna" sul controllo degli emungimenti dal sottosuolo nelle aree soggette a subsidenza), finalizzati all'utilizzo ottimale delle risorse idriche ed alla regolamentazione dei prelievi dal sottosuolo nelle aree soggette a subsidenza.
- i piani delle attività estrattive di ambito provinciale e comunale, regolamentate dalla L.R. n.13 del 2-5-78, sostituita recentemente dalla L.R. n.17 del 18-7-91. Quest'ultima stabilisce l'elaborazione di "piani infraregionali delle attività estrattive" (PIAE) da parte delle Province, basati sulla quantificazione del fabbisogno di materiale per l'arco di tempo di un decennio, l'individuazione di poli delle attività estrattive, la formulazione di direttive per la coltivazione ed il successivo ripristino, esteso anche alla cave abbandonate senza sistemazione. Ai PIAE si uniformeranno i piani delle attività estrattive (PAE) elaborati dai singoli Comuni:

- il Piano di Smaltimento dei Rifiuti (adottato con L.R. n.6 del 27-1-86), assunto come riferimento per l'elaborazione di analoghi piani a carattere infraregionale. La recente L.R. n.6 del 30-1-95 delega alle Province le competenze regionali in materia di pianificazione territoriale, obbligandole a dotarsi di un Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), coerente con i contenuti del PTR, a cui si dovranno uniformare gli strumenti urbanistici comunali.

3. - IL PIANO TERRITORIALE PAESISTICO REGIONALE: CONTENUTI E AGGIORNAMENTI PREVISTI

Tra gli strumenti sopra citati, il PTPR merita particolare attenzione per l'utilizzo dei dati geologici ai fini della pianificazione.

Il PTPR deriva dalle disposizioni della legge 431/85 in materia di pianificazione regionale ed è costituito da una raccolta di cartografie di riferimento a scala 1:25.000 e relativa normativa. Sono individuate aree di tutela specifiche (perimetrate nelle tavole di riferimento), regolamentate da articoli della normativa, dei quali si elencano quelli sicuramente attinenti agli aspetti geologici del territorio (riferimento alla versione definitiva del 1993):

- art. 17: "zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini, corsi d'acqua" (fasce di tutela fluviale s.l.)
- artt. 26 e 27: zone con fenomeni di dissesto, instabilità e potenziale instabilità (individuate dalla carta del dissesto pubblicata negli anni '70 dall'Ufficio Cartografico della regione Emilia-Romagna)
- art. 29: prescrizioni riguardanti gli abitati da consolidare e trasferire, relativamente ai quali è pubblicato un elenco aggiornato rispetto al nucleo originariamente definito dalla L. n.445 del 9-7-1908

Specifico per le aree di pianura è invece l'art. 28 sulla tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei, mirato alla protezione delle aree di ricarica degli acquiferi principali. In aree montuose non sono previste aree di tutela, eccettuate le fasce di rispetto di pozzi e sorgenti di uso idropotabile dimensionate in base alla L.236/88.

La disponibilità di dati relativamente al settore appenninico, ottenuta attraverso il rilevamento della carta geologica a scala 1:10.000 (parzialmente completa all'epoca della prima formulazione del Piano), rende necessario un aggiornamento (attualmente in corso) delle 48 tavole della carta del dissesto allegata al PTPR. Essendo quest'ultima una carta essenzialmente fotointerpretata, il confronto con la cartografia derivata dal rilevamento di campagna ha permesso il notevole raffittimento dei corpi franosi rappresentati, migliorando i criteri di perimetrazione delle relative zone di tutela e risolvendo localmente situazioni di ambiguità.

Rimane aperto il problema della revisione, su base finalmente idromorfologica-idraulica, delle fasce di tutela fluviale regolamentate dall'art.17 e perimetrate nelle 47 tavole della prima serie allegata al PTPR. Si consideri, a tale proposito, la zonazione approvata dall'Autorità di bacino del fiume Po nel gennaio '96, relativa alle aree alluvionate nel novembre '94.

4. - GESTIONE DEI VINCOLI IDROGEOLOGICO E SISMICO

Si tratta dei vincoli “storici” relativi all’utilizzo del territorio, istituiti e gestiti inizialmente a livello nazionale in base al Regio Decreto n.3267 del 30-12-1923 (vincolo idrogeologico) ed alla legge n.64 del 2-2-74 (vincolo sismico), quindi interamente delegati alle Regioni. In Emilia-Romagna i vincoli sono gestiti dalle Province, attraverso i Servizi Provinciali di difesa del Suolo.

Sono soggetti a vincolo idrogeologico i Comuni delle aree di montagna, ivi compresi quelli ricadenti nell’area del foglio geologico in questione; contraddittoria (e quindi da rivedere) appare invece la perimetrazione nella fascia pedepenninica, essendo esclusi dal vincolo settori dove affiorano terreni particolarmente predisposti al dissesto. Maggiori informazioni sullo stato della gestione di tale vincolo e sulle prospettive di revisione di perimetrazione e normativa sono riportate nel volume “Indagine conoscitiva sulla applicazione e gestione del vincolo idrogeologico in Emilia-Romagna” a cura dell’Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna (1995).

Relativamente al vincolo sismico, regolamentato dalla L. 64/74, esso interessa 98 Comuni classificati sismici di 2a categoria, localizzati prevalentemente nelle province romagnole.

Nell’area del foglio 181 “Parma nord” non sono compresi Comuni classificati sismici.

5. - CATASTO CAVE (a cura di M.T. De Nardo & A. Martini)

Negli anni ‘80 è stato effettuato, da parte della Regione e d’intesa con le Province, un censimento delle cave esistenti.

Per ciascuna cava è stata predisposta una scheda informativa, inserita in una banca dati appartenente ad un più completo archivio delle attività estrattive. La raccolta dei dati, continuamente aggiornata, avviene sulla base della scheda cave (censimento delle cave esistenti suddivise per Province e Comuni, con localizzazione cartografica, specificazione del tipo di materiale estratto e la formazione interessata, con riferimento alla cartografia geologica 1:10.000) e di una scheda impianti (censimento di impianti di lavorazione e frantumazione dei materiali ghiaiosi, con localizzazione e schema grafico). Il catasto cave è stato rilevato in base ai dati disponibili presso i Comuni (PAE ed autorizzazioni rilasciate), verificati successivamente in campagna. Il catasto degli impianti è derivato direttamente da sopralluoghi. E’ infine disponibile una terza scheda PAE, che ne censisce contenuti e varianti evidenziando l’evoluzione delle aree soggette ad escavazione nei singoli Comuni.

I dati di seguito riportati sono stati forniti dall’Ufficio Attività Estrattive dell’Assessorato Territorio, Programmazione ed Ambiente; consistono nell’allegato delle schede relative alle cave censite nell’area del foglio 181.

Si elenca il numero (e la % sul totale, per ciascun anno di riferimento) delle cave attive localizzate in provincia di Parma entro la quale è compresa l'intera area del foglio "Parma nord", distinte per tipo di materiale estratto (anni 1989-1993).

Ghiaia e sabbia alluvionali

1989 23 (51.1%)
 1990 27 (50%)
 1991 30 (55.5%)
 1992 33 (58.9%)
 1993 29 (61.7%)

Argilla

1989 6 (13.3%)
 1990 7 (12.9%)
 1991 6 (11.1%)
 1992 5 (8,9%)
 1993 6 (12.7%)

Marna

1989 1 (2.2%)
 1990 1 (1.8%)
 1991 1 (1.8%)
 1992 1 (1.7%)
 1993 1 (2.1%)

Calcare

1989 2 (4.4%)
 1990 1 (1.8%)

Arenaria

1989 7 (15.5%)
 1990 7 (12.9%)
 1991 6 (11.1%)
 1992 6 (10.7%)
 1993 4 (8.5%)

Ofiolite

1989 6 (13.3%)
 1990 11 (20.3%)
 1991 11 (20.3%)
 1992 11 (19.6%)
 1993 7 (14.8%)

Il numero (complessivo) delle cave attive sul territorio provinciale, viene riportato per gli anni di riferimento:

1989: n.45 1990: n.54 1991: n.54 1992: n.56 1993: n.47

Relativamente al foglio 181, la banca dati regionale (aggiornata al 1993) riporta:

- nel territorio comunale di Salsomaggiore 4 cave denominate: Campore (sez. 181130, estr. argilla, esaurita e sistemata); Garibaldi (sez. 181130, estr. argilla, esaurita e sistemata); Manganina (sez. 1818130, estr. argilla, esaurita e sistemata); Corazza (sez. 181130, estr. argilla, esaurita e sistemata);
- nel territorio comunale di San Secondo Parmense 3 cave denominate: Barcassa I lotto mapp. 12-13-14 (sez. 181070, estr. argilla, esaurita e sistemata); Barcassa II lotto mapp.15-16 (sez. 181070, estr. argilla, sospesa); Barcassa III lotto mapp. 17 (sez. 181070, estr. argilla, sospesa);
- nel territorio comunale di Sissa 2 cave denominate: Coltaro (sez. 181140, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, esaurita e sistemata); Sove (sez. 181140, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, esaurita e sistemata);
- nel territorio comunale di Parma 6 cave denominate: Ghiaia rat 1 (sez. 181110, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, sospesa); Raffaini-Cantonazzo

(sez.181110, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, sospesa); Palazzo (sez. 181150, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, sospesa); Pontetaro b (sez. 181150, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, attiva); Pontetaro a (sez. 181150, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, sospesa); Piarda (sez. 1818150, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, esaurita e sistemata);

- nel territorio comunale di Noceto 5 cave denominate: Candia (sez. 181150, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, attiva); Ca' Bianca (sez. 181140, estr. argilla, esaurita e sistemata); Ca' Bastone (sez. 181140, estr. argilla, attiva); Casabianca (sez. 181140, estr. argilla, esaurita e sistemata); Ghiaie Inferiori (sez. 181150, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, esaurita e sistemata);
- nel territorio comunale di Fontanellato 2 cave denominate: Loghetto (sez. 181110, estr. ghiaia e sabbia alluvionale, esaurita e sistemata); Casa Nuova (sez. 181110, estr.ghiaia e sabbia alluvionale, attiva);
- nel territorio comunale di Fontevivo 1 cava denominata: Fornace Andina (sez. 181150, estr. argilla, attiva).

6. - VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO

L'Appennino emiliano-romagnolo è particolarmente interessato dal dissesto (determinato da frane ed intensa erosione nelle aree calanchive), come dimostra il numero elevato di abitati dichiarati da consolidare (R.D.L. 45/1908): 128, con una media di 1 ogni 57 kmq. A questi si aggiungono altri 107 centri che, al di là delle classificazioni amministrative (che comportano vincoli per l'espansione dei centri abitati: si veda l'art.29 del PTPR), sono comunque interessati da fenomeni franosi di rilevanti proporzioni secondo i dati riferiti al 1993 (Atlante dei centri abitati instabili del progetto CNR/SCAI; per il substrato sono stati utilizzati i dati delle carte geologiche regionali a scala 1:10.000).

Nell'area del foglio 181 non sono segnalati centri abitati instabili.

6.1. - VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO DELLE UNITÀ AFFIORANTI NELL'AREA DEL FOGLIO 181.

Le formazioni affioranti nel settore collinare del Foglio 181 si possono suddividere in due raggruppamenti (A-B), sulla base di una stima qualitativa della loro propensione al dissesto. E' stata seguita la metodologia proposta nella "Carta del Dissesto Geologico Attuale - Foglio 218SE-Carpinetti" (Bertolini, 1994). Il criterio (semplificativo) utilizzato è quello litologico, mediato da una speditiva valutazione delle aree complessivamente occupate da accumuli franosi.

I due gruppi così ricavabili (ciascun elenco segue quanto possibile l'ordine stratigrafico, altrimenti quello cronologico) indicano una crescente propensione al dissesto, essendo massima per le unità comprese nel gruppo B.

Gruppo A

Unità conglomeratiche, arenitiche, arenitiche con ridotta porzione pelitica, generalmente ben stratificate; unità arenitiche a stratificazione indistinta. La stabilità dei versanti è fortemente condizionata dalla disposizione e dalle caratteristiche di stratificazione e fratturazione, che localmente possono determinare situazioni critiche (frammenti per crollo).

- AES Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore
- AEI Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore
- CMZ Sintema di Costamezzana
- ATS Sintema del Torrente Stirone
- FCO_b Formazione a colombacci, litofacies conglomeratica

Gruppo B

Unità marnose a stratificazione indistinta, variabile grado di fratturazione. Danno origine a frane prevalentemente superficiali, che interessano lo spessore di alterazione.

- LUG Argille di Lugagnano
- FGH Formazione del Torrente Ghiara
- CTG Formazione di Contignaco
- ANT Formazione di Antognola

A conclusione di questo paragrafo introduttivo, si indirizza il lettore alla consultazione della Carta del Rischio geo-ambientale alla scala 1:250.000 (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1994), relativa all'intero territorio regionale. Vi troverà una sintesi delle informazioni derivate dalle cartografie geotematiche regionali, elaborate in relazione alle problematiche applicative e di pianificazione territoriale.

PROGETTO
CARG

APPENDICE 2

ANALISI PETROGRAFICHE (a cura di A. Ceriani e A. Di Giulio)

1. - MATERIALE E METODI

Nell'ambito del rilevamento per la nuova Carta Geologica della Pianura Padana Emiliano-Romagnola, sono state effettuate analisi granulometriche e petrografiche su sabbie pleistoceniche di sottosuolo campionate in due diversi pozzi, S8 (8 campioni) e S10 (10 campioni), ubicati all'interno del Foglio 181; inoltre sono state prese in considerazione analisi composizionali pregresse effettuate da R. Valloni (Univ. di Parma) su incarico della Regione Emilia-Romagna su altri due sondaggi effettuati all'interno del foglio (sondaggio S3, 11 analisi; sondaggio S12, 11 analisi).

Le indagini petrografiche e tessiturali sono state condotte al fine di caratterizzare da un punto di vista composizionale e granulometrico i campioni in esame ed evidenziarne similitudini e differenze, possibilmente identificando il/i corso/i d'acqua responsabile/i del deposito, con particolare riferimento alla distinzione tra depositi ascrivibili ai fiumi di provenienza appenninica dai depositi ascrivibili al Po. Tale distinzione assume particolare rilevanza nella costruzione di un modello geologico-idrogeologico del sottosuolo padano. Questa differenziazione si basa sul confronto dei dati composizionali derivanti dalle analisi dei campioni di sottosuolo con i campioni contenuti in un database relativo alla composizione delle sabbie attuali del Po, dei suoi affluenti e degli altri maggiori fiumi che drenano la Pianura Padana.

Su ciascuno dei nuovi campioni studiati è stata inizialmente effettuata un'analisi granulometrica tramite setacciatura utilizzando vagli standard ad intervallo di 1 phi, nell'intervallo compreso tra -4 e +5 phi. I parametri granulometrici fondamentali ottenuti da questa fase sono riportati in tabella 1, unitamente ai risultati

SONDAGGIO		181-S3									
Campione	A4	A5	A6	A8	A11	A15	A16	A20	A22	A24	A25
Profondità (m)	7,8	17,4	27,75	47,7	52,4	101,65	102,8	120,4	139,7	152,2	154,5
Interpretazione	AP	PO	AP	AP	PO	AP	AP	AP	AP	AP?	AP
Q	37,4	49,3	25,7	31,6	37,7	34	27,3	37,9	27	33	34,3
F	20,9	22,4	15,1	10,5	32,1	14	12	13,7	14,2	13,5	16,4
L+C	41,7	28,3	59,2	57,9	30,2	52	60,6	48,4	58,8	53,5	49,3
totale	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lm	10,2	87,9	18,6	8,3	54,7	21,2	19,8	16	37,6	43,9	30,3
Lv	2,3	1,7	0,8	0,8	7,8	16,3	9,9	12,3	11,3	13,1	15,2
Ls+C	87,5	10,3	80,6	90,9	37,5	62,5	70,2	71,7	51,1	43	54,5
totale	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Q	37,4	49,3	25,7	31,6	37,7	34	27,3	37,9	27	33	34,3
F	20,9	22,4	15,1	10,5	32,1	14	12	13,7	14,2	13,5	16,4
Lm	4,3	24,9	11	4,8	16,5	11	12	7,8	22,1	23,5	14,9
Lv	0,5	0,5	0,5	0,4	2,4	4,5	2,8	2,7	4,9	4	2,5
Lserpentiniti	0,5	0	0	0	0	4	3,2	3,2	1,8	3	5
Ls	9	2,9	22,9	20,2	11,3	17,5	18,5	11	15	11,5	19,9
Lc	27,5	0	24,8	32,5	0	15	24,1	23,7	15	11,5	7
TOTALE	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

SONDAGGIO:		181-S12									
Campione	A19	A20	A21	A24	A26	A29	A31	A33	A36	A39	A49
Profondità (m)	16,33	22,61	26,32	40,5	56,6	65,5	72,83	75,46	87,33	100,26	155,45
Interpretazione	AP?	AP?	AP?	AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP
Q	32,3	46,3	42,5	25,1	17,9	17,4	15,2	21,9	38,4	33,1	33,6
F	35,5	27,5	33,2	18,5	17,9	18,8	18,1	17	17,7	18,5	24,5
L+C	32,3	26,1	24,3	56,4	64,2	63,8	66,7	61,1	43,9	48,4	41,9
totale	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lm	46,5	41,3	48,1	26	22,7	23,1	23,9	23,3	26	32,5	26
Lv	16,9	13,3	9,6	13	7	6,3	11,7	6,8	8,7	14,2	15,6
Ls+C	36,6	45,3	42,3	61	70,3	70,6	64,4	69,9	65,4	53,3	58,3
totale	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Q	32,3	46,3	42,5	25,1	17,9	17,4	15,2	21,9	38,4	33,1	33,6
F	35,5	27,5	33,2	18,5	17,9	18,8	18,1	17	17,7	18,5	24,5
Lm	15	10,8	11,7	14,7	14,6	14,7	15,9	14,2	11,4	15,7	10,9
Lv	2,7	1	0,5	0	1,1	0,4	2,2	0	1,3	1,6	1,3
Lserpentiniti	2,7	2,4	1,9	7,3	3,4	3,6	5,6	4,2	2,5	5,2	5,2
Ls	7,3	3,8	5,1	13,9	14,9	18,8	16,7	9	6,3	8,9	4,8
Lc	4,5	8	5,1	20,5	30,2	26,3	26,3	33,7	22,4	16,9	19,7
TOTALE	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

TAB. 1 - Risultati delle analisi petrografiche.

dell'analisi composizionale ed alla loro interpretazione in termini di provenienza (descritte nel seguito).

La frazione compresa tra 1-2 phi, separata tramite setacciatura, è stata successivamente inglobata in resina e sezionata al fine di ottenere sezioni sottili petrografiche standard per permetterne l'analisi al microscopio ottico.

L'analisi petrografica è stata condotta tramite conteggio per punti utilizzando, secondo una prassi ormai consolidata, una scheda di conteggio strutturata secondo il metodo Gazzi-Dickinson, ma attraverso la quale è comunque possibile ricalcolare anche i parametri petrologici classificativi secondo il metodo tradizionale (per una discussione sui metodi si veda DI GIULIO & VALLONI, 1992; CIBIN & DI GIULIO, 1996). Il conteggio è stato condotto su 250 punti per campione.

Particolare attenzione è stata posta nel dettagliare, assieme alla composizione principale, espressa dai parametri Quarzo, Feldspati, Litici+Carbonati Extrabacinali (diagramma QFL+C), la frazione litica a tessitura fine dell'ossatura, espressa dai parametri Litici metamorfici, Litici vulcanici, Litici silicoclastici+carbonatici (diagramma LmLvLs+C), che combinate forniscono gli elementi chiave per discriminare sabbie con diverse sorgenti.

Per le analisi petrografiche pregresse, grazie al metodo di conteggio utilizzato simile a quello adottato per le nuove analisi, è stato possibile ricalcolare i medesimi parametri petrologici chiave utilizzati ai fini dell'interpretazione in termini di provenienza.

2. - RISULTATI

I dati composizionali sono riportati in tabella 1 e sono rappresentati in forma di diagramma in figura 6 e successivamente commentati.

3. - CONCLUSIONI

I dati composizionali disponibili sui depositi attuali del Po e dei diversi affluenti appenninici nell'area parmense (Taro, Parma, Enza, Secchia; GAZZI *et alii*, 1972 e GARZANTI *et alii*, 1998, più dati inediti) permettono di definire due petrofacies con caratteristiche notevolmente diverse per le sabbie di pertinenza padana (petrofacies PO) e quelle di pertinenza appenninica (petrofacies AP) in sostanziale accordo con quanto osservato da MARCHESINI *et alii* (2000).

Petrofacies PO – Le sabbie attualmente trasportate dal Po nel tratto emiliano sono caratterizzate da una composizione litarenitico-feldspatica, relativamente quarzosa (composizione principale media Q59 F15 L+C26), con associazione di frammenti litici a tessitura fine dominata da frammenti di rocce metamorfiche (composizione media della frazione litica dell'ossatura Lm41 Lv21 Ls+C38), con particolare abbondanza di frammenti di serpentinoscisti.

Petrofacies AP – Le sabbie trasportate dai fiumi che attualmente drenano l'Appennino emiliano sono caratterizzate da una composizione spiccatamente litarenitica, complessivamente povera in quarzo (composizione principale media Q16 F4 L+CE80), anche se con una variabilità piuttosto ampia da fiume a fiume, e da un'associazione di frammenti litici a tessitura fine dominata da frammenti di rocce sedimentarie (composizione media della frazione litica dell'ossatura Lm2 Lv9 Ls+C89), con particolare abbondanza di frammenti di rocce carbonatiche.

Le due petrofacies descritte riflettono chiaramente le diverse caratteristiche geologiche delle aree di alimentazione del Po rispetto ai fiumi appenninici e consentono di riconoscere la distribuzione di sedimenti di provenienza padana e di provenienza appenninica nei corpi sabbiosi intercettati dai sondaggi presi in considerazione (tabella 1). Da questo punto di vista si consideri anche che i sondaggi S3 – S8 – S10 si trovano sostanzialmente allineati lungo una sezione SSO-NNE che dal margine della pianura si spinge fino alle vicinanze dell'attuale corso del Po, mentre il sondaggio S12, si trova approssimativamente alla stessa distanza dell'S8 dal margine della pianura ma in posizione più orientale (Fig. 7).

Sondaggio 181-S3

Nel sondaggio S3, più prossimo al margine della pianura, i corpi sabbiosi intercettati dal sondaggio stesso risultano prevalentemente di provenienza appenninica (petrofacies AP), ad eccezione di due corpi campionati a 17,4 e 52,4 m di profondità dal piano campagna, che appaiono chiaramente di provenienza padana (petrofacies PO).

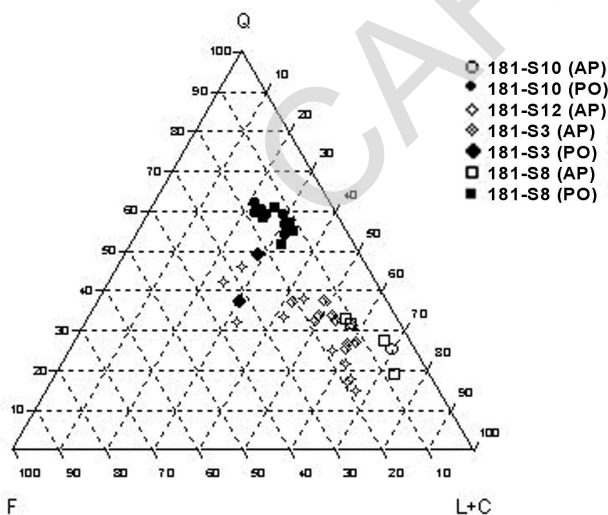


Fig. 6 - Diagrammi della composizione dell'ossatura (QFL+C) e della frazione litica (LmLvLs+C) dei campioni studiati nei sondaggi esaminati. Con simbolo pieno sono indicati i campioni ascrivibili al fiume Po, con simbolo vuoto quelli di pertinenza ai fiumi appenninici.

Sondaggio 181-S8

I dati composizionali raccolti a livello sia di Composizione Principale (diagramma QFL) sia di Composizione della Frazione Litica (LmLvLs+C), consentono di identificare 3 intervalli, uno sommitale (primi 10 m) ed uno profondo (da circa 90 m al fondo del sondaggio) tra loro simili e chiaramente ascrivibili a depositi appenninici (petrofacies AP), separati da un intervallo intermedio (tra 29 e 80 m circa) che si distingue marcatamente rispetto al resto della sezione ed ascrivibile a depositi di Po (petrofacies PO).

Sondaggio 181-S10

Questo sondaggio è il più settentrionale tra quelli presi in esame. La quasi totalità dei campioni analizzati presenta caratteristiche tipiche dei depositi di Po (petrofacies PO). Un unico campione (profondità 109.3 m) mostra invece differenze sia a livello di frazione d'ossatura (QFL) sia a livello di frammenti di roccia, dove si nota una netta prevalenza di litici vulcanici (poco rappresentati nei restanti campioni) e carbonatici (quasi assenti nel resto della sezione). Questo campione, sulla base del database dei dati disponibili sui fiumi attuali da noi elaborato, risulta ascrivibile a depositi del fiume Taro (petrofacies AP).

Sondaggio 181-S12

I corpi sabbiosi analizzati in questo sondaggio sono risultati per la maggior parte di sicura provenienza appenninica (petrofacies AP); qualche dubbio nell'interpretazione rimane solo per i campioni provenienti dai primi 30 metri di sondaggio e che sembrano avere caratteristiche in qualche modo intermedie tra le due

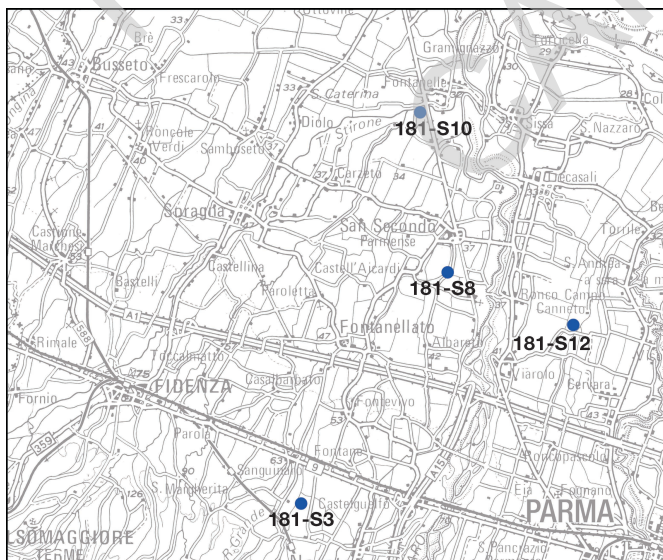


Fig. 7 - Ubicazione dei sondaggi analizzati.

petrofacies descritte (fig. 6). Va però sottolineato come parte di questa incertezza potrebbe essere dovuta al fatto di avere ricalcolato i parametri petrologici chiave a partire da analisi pregresse condotte con una metodologia anche solo parzialmente diversa.

La correlazione su basi stratigrafico-petrografiche dei sondaggi S3 – S8 – S10 lungo l'orientamento SSO-NNE (Fig. 8) permette di visualizzare il risultato della competizione tra i sistemi fluviali appenninici ed il sistema del Po dal Pleistocene inferiore ad oggi, con particolare dettaglio in AES. Dai risultati analitici si vede infatti con chiarezza come nell'intervallo di tempo considerato, attraverso una serie di cicli di avanzamento-arretramento dei sistemi appenninici, si sia realizzato un complessivo arretramento verso sud dei corpi grossolani di provenienza appenninica (petrofacies AP) con conseguente estensione dell'area di influenza dei sedimenti padani (petrofacies PO), che solo in epoca recentissima si sono portati nella attuale posizione.

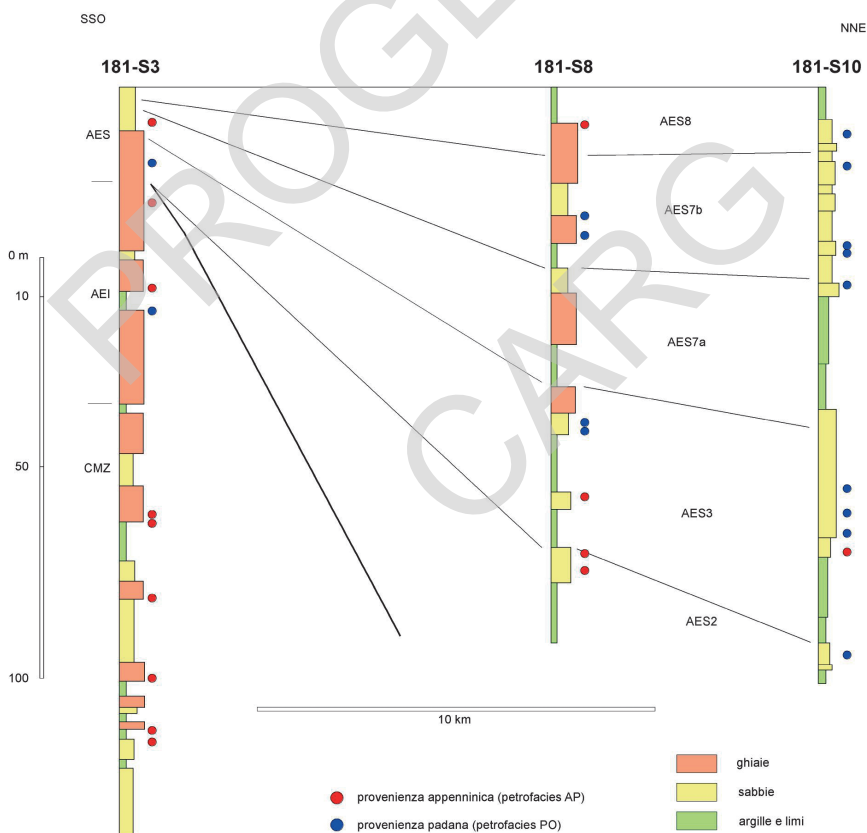


Fig. 8 - Sezione geologica schematica lungo i sondaggi 181-S3, 181-S8 e 181-S10 con ubicazione stratigrafica dei campioni di sabbia e relative interpretazioni di provenienza.

BIBLIOGRAFIA

- ABBATE E., BORTOLOTTI V., PASSERINI P. & SAGRI M. (1970) - *Introduction to the geology of the Northern Apennines*, in: Sestini G.: "Development of the Northern Apennines geosyncline". *Sedimentary Geology*, **4**, 207-249.
- AGIP (1994) - *Sequence stratigraphy and basin analysis piggyback basins of northern apennine*. R & D Project Des 79.
- AGIP MINERARIA (1959) - *Stratigrafia padana*. Atti Conv. Milano: I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale. Acc. Naz. Lincei, **2**, 67-112, 1957, Roma.
- AGIP MINERARIA (1962) - *Contributo alle conoscenze geologiche del Pedepennino Padano*. Boll. Soc. Geol. It., **87** (4), 5.
- ALIFRACO G., BERETTA G.P., BODRIA A., CATTINI Z., NESPOLI M., PECORARI M., ZAVATTI A. (1992) - *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi 3, Alta e media pianura parmense*. Quad. Protez. Ambient., **20**. Pitagora Ed., Bologna.
- ALLEN P. A., HOMEWOOD P. & WILLIAMS G.D. (1986) - *Foreland basins: an introduction*, in Allen P. & Homewood P.: "Foreland basins", I.A.S. Spec. Publ. **8**, 3-12.
- AMPS (1996) - *Protezione idrogeologica delle centrali di captazione acquedottistica di Marano-Marore*. Direttore della ricerca: Prof. F. Petrucci. Grafiche STEP, Parma.
- ANELLI M. (1913) - *I terreni miocenici fra il Parma e il Baganza*. Boll. Soc. Geol. It., **32**: 195-272.
- ANELLI M. (1923) - *Tettonica dell'Appennino Parmense e Reggiano - II; La Miniera di Vallezza e di Monte Rotondo*. Boll. Soc. Geol. It.
- ANELLI M. (1927) - *Cenni tettonici sulla regione collinosa interposta tra lo Stirone ed il Taro (Prov. di Parma)*. Boll. R. Uff. Geol. d'It., **52**: 1-56.
- ANELLI M. (1935) - *Sezioni geologiche attraverso l'Appennino parmense*. Giorn. Geol., **10**: 1-27.
- ANELLI M. (1938) - *Note stratigrafiche e tettoniche sull'Appennino di Piacenza*. R. Acc. Sc. Lettere ed Arti di Modena, **3**: 3-37.
- BALLY A.W., CATALANO R. & OLDOW J. (1985) - *Elementi di tettonica regionale*. Pitagora Editrice, Bologna.
- BALLY A.W. & SNELSON S. (1980) - *Realm of subsidence*. In: A. D. MIALL (ed.) - *Facts and Principles of World Petroleum Occurrence*. Mem. Can. Soc. Petrol., Geol., **6**: 9-94.
- BARTOLINI C., BERNINI M., CARLONI G.C., COSTANTINI A., FEDERICI P.R., GASPERI G., LAZZAROTTO A., MARCHETTI G., MAZZANTI R., PAPANI G., PRANZINI G., RAU A., SANDRELLI F., VERCESI P.L., CASTALDINI D. & FRANCAVILLA F. (1982) - *Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale. Note illustrative*. Boll. Soc. Geol. It., **101**: 523-549.
- BERGGREN W.A., KENT D.V. & FLYNN J.J. (1985) - *Paleogene geochronology and chronostratigraphy*. In: Snelling N.J. (ed.), *Geochronology and the geological record*. Geol. Soc. Mem., **10**: 141-195.
- BERNINI M., CLERICI A., PAPANI G., SGAVETTI M. & TELLINI C. (1979) - *Prime considerazioni riassuntive sull'area appenninica dal F. Secchia al T. Nure*. C.N.R., P.F. Geodinamica, Pubbl. **251**, "Nuovi contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, 431-441.
- BERNINI M. & PAPANI G. (1987) - *Alcune considerazioni sulla struttura del margine appenninico emiliano tra lo Stirone e l'Enza (e sue relazioni con il sistema del Taro)*. L'Ateneo Parmense-Acta Naturalia, **24**: 219-240.
- BERTOLDI R. (2000) - *Storia del popolamento vegetale della pianura del Po*. In: FERRARI C. & GAMBÌ L. (a cura di), *Un Po di terra, Diabasis*, 538 pp.
- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P., GASPERI G., GELMINI R. & PANINI F. (1987a) - *Nota illustrativa alla carta geologica schematica dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. Mem. Soc. Geol. It., **39**: 487-498.
- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P. & PANINI F. (1987b) - *Schema introduttivo alla geologia delle Epiliguridi dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. Mem. Soc. Geol. It., **39**: 215-244.
- BIGI B., CAVAZZINI R., MORESTORI L., PANICIERI E., PECORARI M., PETRUCCI F. & ROSSETTI G. (1976) - *Ricerche sulle acque sotterranee nella pianura parmense e piacentina (destra del T. Nure): Carte*

- della permeabilità media del sottosuolo. Geol. Appl. Idr., **11**.
- BLUM M.D., TOOMEY III R.S. & VALASTRO JR. S. (1994) – *Fluvial response to Late Quaternary climatic and environmental change, Edwards Plateau, Texas*. Palaeogeogr., Palaeocli., Palaeoclim., **108**: 1-21.
- BOCCALETTI M., CALAMITA F., DEIANA G., GELATI R., MASSARI F., MORATTI G. & RICCI LUCCHI F. (1990) – *Migrating foredeep-thrust belt system in the northern Apennines and southern Alps*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **77**: 3-14.
- BOCCALETTI M., DECANDIA F.A., GASPERI G., GELMINI R., LAZZAROTTO A. & ZANZUCCHI G. (1982) – *Carta strutturale dell'Appennino Settentrionale. Note Illustrative*. C.N.R., P.F. Geodinamica, sottopr. 5 Modello Strutturale, 429.
- BONAZZI U. & FAZZINI P. (1973) – *Le variazioni di facies nell'Oligo-miocene semiautoctono del versante padano dell'Appennino settentrionale*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, **104**: 285-308.
- BONI A., BRAGA G., GELATI R., LAURERI S., PAPANI G., PETRUCCI F. & VENZO S. (1971) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: Foglio 72-Fiorenzuola d'Arda*. Serv. Geol. d'It., 7-83.
- BOSELLINI A., MUTTI E. & RICCI LUCCHI F. (1989) – *Rocce e successioni sedimentarie*, UTET
- BUCHA V. et alii (1975) – *Quaternary glaciation in Northern Hemisphere*, 2,10.
- CALABRESE L. & DI DIO G., (in prep.) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 180 "Salsomaggiore"*.
- CAMERANA E. & GALDI B. (1911) – *I giacimenti petroliferi dell'Emilia; Carte e Sezioni geologiche*. J. Geoph. Res., **97** (13): 917-951.
- CANDE S. & KENT D. (1992) – *A new geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic*. J. Geoph. Res., (13): 917-971.
- CANDE S. & KENT D. (1995) – *Revisited calibration of the geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic*. J. Geoph. Res., (100): 6093-6095.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000 (1963) - *Foglio 72-Fiorenzuola d'Arda* - Servizio Geologico d'Italia. II Edizione.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000 (1964) - *Foglio 73-Parma* - Servizio Geologico d'Italia. II Edizione.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000 (1968) - *Foglio 84-Pontremoli* - Servizio Geologico d'Italia. II Edizione.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000 (1968) - *Foglio 85-Castelnuovo ne' Monti* - Servizio Geologico d'Italia. II Edizione.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (1997) - *Foglio 197-Bobbio*. SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, Istituto Poligrafico della Zecca dello Stato, Roma.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2002) - *Foglio 216-Borgo Val di Taro*. SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, S.EL.CA.-Firenze.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2005) – *Foglio 179 – Ponte dell'Olio*. APAT – Servizio Geologico d'Italia – Regione Emilia-Romagna, S.EL.CA.-Firenze.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2005) – *Foglio 199 – Parma sud*. APAT – Servizio Geologico d'Italia – Regione Emilia-Romagna, S.EL.CA.-Firenze.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 - *Foglio 180 – Salsomaggiore Terme* (in stampa). ISPRA – Servizio Geologico d'Italia – Regione Emilia-Romagna.
- CASTANY G. (1986) - *Idrogeologia - Principi e metodi*. Liguori editore, Napoli
- CASTIGLIONI G.B., BONDESAN A., BONDESAN M., CAVALLIN A. & GASPERI G. (Eds.) (1998a) - *Carta Geomorfologica della Pianura Padana*, S.EL.CA.-Firenze.
- CASTIGLIONI G.B., BONDESAN A., BONDESAN M., CAVALLIN A. & GASPERI G. (Eds.) (1998b) - *Carta altimetrica e dei movimenti verticali del suolo della Pianura Padana*, S.EL.CA.-Firenze.
- CATANZARITI R. (1993) - *Biostratigrafia a nannofossili calcarei dell'intervallo Eocene superiore-Oligocene inferiore nell'Appennino settentrionale*. Tesi di Dottorato inedita, Università di Padova.
- CERRINA FERONI A., MARTINELLI P. & OTTRIA G. (1994) - *L'edificio strutturale della media Val Nure (Appen-*

- nino settentrionale): nuovi dati strutturali e biostratigrafici. Atti Tic. Sc. Terra, **94**: 105-115.
- CESTARI F. (1990) - *Prove geotecniche in sito I*. ed Geo-Graph s.n.c -Segrate.
- CIBIN U. (1993a) - *La successione epiligure eo-oligocenica dell'Appennino settentrionale: composizione del detrito e diagenesi*. Tesi di Dottorato inedita, Università di Bologna.
- CIBIN U. (1993b) - *Evoluzione composizionale delle areniti nella successione epiligure eo-oligocenica (Appennino settentrionale)*. Giornale di Geologia, **55**: 69-92.
- CIBIN U. & DI GIULIO A. (1996) - *Proposta di normativa per l'analisi microscopica della composizione delle areniti nell'ambito della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000*. Boll. Serv. Geol. It, CXV, 87-98.
- CIGALA FULGOSI F. (1976) - *Dicerorhinus hemitoechus (FALCONER) del post-Villafranchiano fluviolacustre del Torrente Stirone (Salsomaggiore, Parma)*. Boll. Soc. Paleont. Ital., **15** (1): 59-72.
- C.N.R.-Consiglio Nazionale delle Ricerche (1982) - *Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale*. Progetto Finalizzato Geodinamica, Mod. Strutt. Ap. Sett., S.EL.CA.-Firenze.
- C.N.R.-Consiglio Nazionale delle Ricerche (1987a) - *Neotectonic Map of Italy, scale 1:500.000*. Progetto Finalizzato Geodinamica, L.A.C.-Firenze.
- C.N.R. (1987b) - *Note illustrative alla Carta strutturale dell'Appennino settentrionale*. Tipografia senese.
- CONTI A., DI DIO G., LASAGNA S. & ZINELLI D. (1999) - *Approccio idrostratigrafico alla delimitazione delle zone di protezione passiva delle opere di captazione delle acque sotterranee*. In: CNR-GNDICI (Pubbl. n. 2000), Atti del 3° Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee per il III Millennio, Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora, Bologna, 1.183-1.193.
- COSTA E. & FRATI G. - *Evoluzione strutturale delle Liguridi esterne tra la media Val Ceno e la Val d'Arda (Appennino settentrionale, province di Parma e Piacenza)*. Studi Geol. Camer., in stampa.
- COSTA E., FRATI G. & VILLA G. (1995) - *Note illustrative della Carta Geologico-strutturale delle Liguridi Esterne nell'area tra la media Val Ceno e la Val d'Arda (Prov. di Parma e Piacenza)*. Atti Tic. Sc. Terra, **38**: 3-29.
- CREMASCHI M. (1978) - *Unità litostratigrafiche e pedostratigrafiche nei terreni Quaternari pedeappenninici: loess e paleosuoli tra il fiume Taro ed il torrente Sillaro*. Geogr. Fis. Dinam. Quat. **1**: 4-22.
- CREMASCHI M. (1982) - *La formazione Fluviolacustre del Pleistocene inferiore-medio nel Pedeappennino emiliano*. In: CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F. (Editori) - *Guida alla Geologia del Margine appenninico padano*. Guide Geol. Reg. S.G.I. 145-149.
- CREMASCHI M. (1987) - *Paleosols and vetusols in the central Po plain (northern Italy): a study in Quaternary geology and soil development*. Ed. Unicopli, Milano, 306 pp.
- CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F. (a cura di) (1982) - *Guida alla geologia del margine appenninico-padano*. Guide Geol. Reg. S.G.I., Bologna.
- DALL'OLIO N., DI DIO G. & LASAGNA S. (1999) - *Valutazione della vulnerabilità intrinseca di sistemi acquiferi complessi attraverso la stima dei tempi minimi di infiltrazione di un inquinante generico idroveicolato. Una carta per l'alta pianura parmense*. In: CNR-GNDICI (Pubbl. n. 2000), Atti del 3° Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee per il III Millennio, Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora, Bologna, 1.349-1.357.
- DALLA CASA G. & GHELARDONI R. (1967) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: Foglio 84-Pontremoli e Foglio 85-Castelnuovo ne' Monti*. Serv. Geol. d'It., 7-83.
- DEINO A., CHANNEL J., COCCIONI R., DE GRANDIS G., DE PAOLO D. J., FORNACIARI E., EMMANUEL L., LAURENZI M. A., MONTANARI A., RIO D. & RENARD M. (1997) - *Integrated Stratigraphy of the Upper Burdigalian-Lower Langhian section at Moria (Marche Region, Italy)*. In: Montanari A., Odin G. S. & Coccioni R. (Eds7): "Miocene Stratigraphy: An Integrated Approach". Elsevier Science, 315-341.
- DI DIO G. (1996) - *Conceptual model of the evolution of a stream equilibrium profile and development of genetically related alluvial fan system: impact of tectonics and 100 ky glaciations on cyclic*

- variations of energy base level*. Sessione Poster, XIII Convegno della Società Paleontologica Italiana, 10-13/09/1996, Università di Parma.
- DI DIO G. (1996a) - *La nuova carta geologica della Provincia di Parma in scala 1:50.000: presupposto fondamentale per lo studio della geometria e della ricarica degli acquiferi*. In: Alifracco G. (a cura di), L'Acquifero Parmense – Relazione Annuale 1995, vol. 2, Amministrazione Provinciale di Parma, Assessorato Ambiente e Difesa del Suolo, 215-224.
- DI DIO G. (1998) - *Applicazione di concetti e metodi della stratigrafia fisica alla ricerca di risorse idriche nel sottosuolo: l'idrostratigrafia sequenziale del bacino idrogeologico della pianura emiliano-romagnola*. Giornale di Geologia, Serie 3^a, **60**: 35-39.
- DI DIO G. & CAPORALE L. (1998) - *Un modello fisico tridimensionale della conoide alluvionale del Fiume Reno per la gestione degli acquiferi e lo studio della subsidenza*. In: Brighenti G. & Mesini E. (a cura di), Problemi di Geoingegneria: estrazione di fluidi e subsidenza, GEOfluid '98, GEO-GRAPH, Segrate (MI): 67-76.
- DI DIO G., LASAGNA S., PRETI D. & SAGNE M. (1997a) - *Stratigrafia dei depositi quaternari della Provincia di Parma*. Boll. Soc. Paleont. Ital., **35**: 181-189.
- DI DIO G., LASAGNA S., PRETI D. & SAGNE M. (1997b) - *Carta geologica dei depositi quaternari della Provincia di Parma*. Il Quaternario, **10** (2): 443-450.
- DI DIO G. & VALLONI R. (1997c) - *Unità di crescita nei sistemi di conoide alluvionale del tardo Quaternario: la risposta dei corsi d'acqua ai cicli climatici e ai movimenti tettonici*. Convegno A.I.Q.U.A.: Tettonica Quaternaria del Territorio Italiano - conoscenze, problemi ed applicazioni, 25-27/02/1997, Università di Parma.
- DI GIULIO A. (1990) - *Litostratigrafia e petrografia della successione eo-oligocenica del Bacino Terziario Ligure-Piemontese, nell'area compresa tra le valli Grue e Curone (provincia di Alessandria, Italia settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., **109**, 279-298.
- DI GIULIO A. (1991) - *Detritismo della parte orientale del Bacino Terziario Piemontese durante l'Eocene-Oligocene: composizione delle arenarie ed evoluzione tettono-stratigrafica*. Atti Tic. Sc. Terra, **34**: 21-41.
- DI GIULIO A. & VALLONI R. (1992) - *Sabbie e areniti: analisi ottica e classificazione*. Acta Naturalia dell'Ateneo Parmense, vol. 28, 3/4, 101 pp.
- DICKINSON W.R. (1974) - *Plate tectonics and sedimentation*. In: DICKINSON W. R. (Ed.) – *Tectonics and sedimentation*. Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner., Tulsa, **22**, 1-27.
- DOMINICI S., PELOSIO., ZAVALA C. & MUTTI E. (1996) - *Le facies del Pleistocene del T. Stirone (Stop 2)*. Guida alle escursioni, XIII Convegno 10-13 Settembre 1996, Parma.
- ELTER P. & MARRONI M. (1991) - *Le Unità Liguri dell'Appennino Settentrionale: sintesi dei dati e nuove interpretazioni*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**: 121-138.
- ENI (1972) – *Acque dolci sotterranee*. Grafica Palombini, Roma.
- FERRARI G.A. & MAGALDI D. (1983) - *Significato ed applicazioni della paleopedologia nella stratigrafia del Quaternario*. Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona, **X**: 315-340.
- FILIPPI N. & SBARBATI L. (1994) – *I suoli dell'Emilia-Romagna. Note illustrative e Carta 1:250.000*. Regione Emilia-Romagna, Bologna. S.EL.CA., Firenze.
- FINETTI R. (1958) - *La stratigrafia e la tettonica di Salsomaggiore (Subappennino parmense)*. Boll. Soc. Geol. It., **77**: 127-154.
- FORNACIARI E. & RIO D. (1996). - *Latest Oligocene to Early Miocene Quantitative Calcareous Nannofossil Biostratigraphy in the Mediterranean Region*. Micropaleontology, **42**: 1-36.
- FORNACIARI M. (1982) - *Osservazioni litostratigrafiche sul margine sud-orientale della sinclinale Vetto-Carpineti (Reggio Emilia)*. Rend. Soc. Geol. It., **5**: 117-118.
- GARZANTI E., SCUTELLÀ M. & VIDIMARI C. (1988) – *Provenance from ophiolites and oceanic allochthons: modern beach and river sands from Liguria and the Northern Apennines (Italy)*. Ofioliti, **23** (2), 65-82.
- GAZZI P. & ZUFFA G.G. (1970) - *Le arenarie paleogeniche dell'Appennino emiliano*. Miner. Petrogr. Acta, **16**: 97-137.

- GAZZI P., ZUFFA G.G., GANDOLFI G. & L. PAGANELLI (1978) – *Provenienza e dispersione delle sabbie delle spiagge adriatiche fra le foci dell'Isonzo e del Foglia: inquadramento regionale*. Mem. Soc. Geol. It., 12, 1-37.
- GIAMMETTI F., MEZZADRI G. & PAPANI G. (1968) - *Osservazioni stratigrafiche e petrografiche su un livello cineritico nel Miocene dell'anticlinale di Salsomaggiore Terme (Parma)*. L'Ateneo Parmense-Acta Naturalia, 4: 238-263.
- HARLAND W.B., ARMSTRONG R., COKS A., CRAIG L., SMITH A. & SMITH D. (1989) - *A Geological Time Scale*. Cambridge Univ. Press, 1-263.
- IACCARINO S. & PAPANI G. (1979) - *Il Messiniano dell'Appennino Settentrionale dalla Val d'Arda alla Val Secchia: stratigrafia e rapporti con il substrato e il Pliocene*. In: Volume dedicato a S.Venzo, STEP, Parma: 15-46.
- IACCARINO S. & PAPANI G. (1982) - *Cenni generali sulla Formazione clastica continentale del Messiniano superiore dell'Emilia occidentale, con particolare riferimento alla Sezione del T. Stirone*. In: CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F (a cura di): "Guida alla geologia del margine ap-penninico padano". Guida Geol. Reg. S.G.I.: 137-139, Bologna.
- ISSC (1976) - *International Stratigraphic Guide*. Hedberg H. D.ed. Wiley & s., New York.
- ISTITUTO DI GEOLOGIA, GEOGRAFIA E PALEONTOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI PARMA (1965) - *Carta Geologica 1:100.000 della Provincia di Parma e zone limitrofe*, L.A.C.-Firenze.
- ISTITUTO DI GEOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI PARMA (1965) - *Guida alle Escursioni*. Soc. Geol. It., 63^a Aduata Estiva: 5-108.
- LASAGNA S.- *Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo 1:10.000 sezione 181130 –Bagni di Tabiano*. Regione Emilia-Romagna, in stampa.
- LIPPARINI T. (1935) - *I terrazzi fluviali dell'Emilia (Sintesi di uno studio di tutte le valli dell'Appennino emiliano dalla Trebbia alla Marecchia)*. Giornale di Geologia, 9 bis: 43-88, Bologna.
- LUCCHETTI L., ALBERTELLI L., MAZZEI R., THIEME R., BONGIORNI D. & DONDI L. (1962) - *Contributo alle conoscenze geologiche del Pedepennino padano*. Boll. Soc. Geol. It., 81 (4): 5-245.
- MACK G. H. & JAMES W. C. (1992) – *Paleosols for sedimentologists*. Geol. Soc. Am. Short Course Notes
- MARASTI R. (1973) - *La fauna tortoniana del T. Stirone*. Boll. Soc. Pal. It., 12: 76-120.
- MARCHESI R. (1961a) - *Serie stratigrafica di Monte Piano*. Boll. Soc. Geol. It., 80 (1): 71-77.
- MARCHESI R. (1961b) - *Serie stratigrafica di Contignaco*. Boll. Soc. Geol. It., 80 (1): 99-104.
- MARTINI E. (1971) - *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation*. In: A. Farinacci (ed.), Proceedings II Planktonic Conference, Rome, 1970, 2: 739-785.
- MARY C., IACCARINO S., COURTILOT V., BESSE J & AISSAOUI D.M. (1993) – *Magnetostratigraphy of Pliocene sediments from the Stirone River (Po Valley)*. Geophys. J. Int., 112, 359-380.
- MAXEY G. B. (1964) - *Hydrostratigraphic units*. Journal of Hydrology, 2: 124-129.
- MEDIOLI F., PAPANI G., PETRUCCI F. & VENZO S. (1967) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: Foglio 73-Parma*. Serv. Geol. d'It., 1-65.
- MERLA G. (1951) - *Geologia dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., 70 (1): 95-382.
- MIALI A.D. (1978) – *Tectonic setting and syndepositional deformation of molasse and other nonmarine-paralic sedimentary basins*. Can. J. Earth Sci., 15: 1613-1632.
- MITCHUM R.M. JR., VAIL P.P. & THOMPSON S. (1977) - *Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, Part 2: The Depositional Sequence as a Basic Unit for Stratigraphic Analysis. in Seismic Stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. C.E.Payton Editor, A.A.P.G. MEMOIR 26: 53-62, Tulsa Oklaoma, U.S.A.
- MOLINARI F. (1996) – *Stratigrafia fisica ed analisi di facies della successione plio-pleistocenica nei torrenti Chero Arda e Stirone*. Tesi di Laurea, Università di Parma
- MUTTI E., DAVOLI G., TINTERRI R. & ZAVALA C. (1996) – *The importance of ancient fluvio-deltaic systems dominated by catastrophic flooding in tectonically active basins*. Mem. Sci. Geol., Padova, 48: 233-291 .
- ORI G.(1993) - *Continental depositional systems of the Quaternary of the Po Plain (northern Italy)*.

- Sedimentary Geology, **83**: 1-14. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- ORI G.G. & FRIEND P.F. (1984) - *Sedimentary basins formed and carried piggyback on active thrust sheets*. *Geology*, **12**: 475-478.
- PAPANI G. & PELOSIO G. (1963) - *La serie del Plio-Pleistocene del T. Stirone (Parmense occidentale)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **81**(2): 293-335.
- PETRUCCI F., BIGI B., CAVAZZINI R., MORESTORI L., PANICIERI E., PECORARI M. & ROSSETTI G. (1975a) - *Ricerche sulle acque sotterranee della pianura parmense e piacentina. Sezioni interpretative degli acquiferi.. (Parte 1)*. Grafiche STEP Ed., Parma
- PETRUCCI F., BIGI B., MORESTORI L., PANICIERI E., PECORARI M. & VALLONI R. (1975b) - *Ricerche sulle acque sotterranee della pianura parmense e piacentina. Pozzi idrici nella pianura di Parma e Piacenza (destra Nure). Parte I: da 1 a 1000*. Grafiche STEP Ed., Parma
- PETRUCCI F., BIGI B., MORESTORI L., PANICIERI E., PECORARI M. & VALLONI R. (1976) - *Osservazioni geoidrologiche nella pianura a Sud di Parma*. *Quaderni IRSA*, **28** (9).
- PETRUCCI F., CAREGGIO M. & CAVAZZINI R. (1990a) - *Carta idrogeologica della pianura di Parma (scala 1:25.000)*. Istituto di Geologia, Paleontologia e Geografia dell'Università di Parma, CTF, Parma.
- PETRUCCI F., CAREGGIO M. & CONTI A. (a cura di) (1992) - *Le acque nel Comune di Parma*. Grafiche STEP Ed., Parma.
- PETRUCCI F., CAVAZZINI R. & PIAZZA M. (1990b) - *Carta della vulnerabilità della pianura di Parma (scala 1:25.000)*. Istituto di Geologia, Paleontologia e Geografia dell'Università di Parma, CTF, Parma.
- PIERI M. & GROPPI G. (1982) - *Subsurface geological structure of the Po Plain*. *Pubbl. 414 Prog. Fin. Geodinamica C.N.R.*, 1-23
- POSAMENTIER H.W. & ALLEN G.P. (1993) - *Variability of the sequence stratigraphic model: effects of local basin factors*. *Sedimentary Geology* **86**: 91-109.
- RAFFI S. (1982) - *Stato delle conoscenze sulla sezione pleistocenica marina del Torrente Stirone (Parma)*. In: CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F. (Editori) - *Guida alla Geologia del Margine appenninico padano*. S.G.I., 141-144.
- READING H. G. (1986) - *Sedimentary environments and Facies*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, pp. 615
- REDINI R. (1943) - *La struttura di Salsomaggiore ed i suoi riflessi sulle strutture petrolifere dell'Italia settentrionale*. *Riv. It. del Petrolio*, **123**: 1-14.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA (1990) - *Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo in scala 1:50.000, Foglio 217-Neviano degli Arduini*, S.EL.CA.-Firenze.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA (1994) - *Carta del Rischio geo-ambientale alla scala 1:250.000*.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) - *Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna*. A cura di G. Di Dio. S.EL.CA., Firenze, 120 pp..
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA - IDROSER (1978) - *Progetto di Piano per la Salvaguardia e l'Utilizzo ottimale delle Riserve Idriche in Emilia-Romagna*. Vol. VII. Il quadro idrogeologico regionale. A cura di Idroser S.p.A., Cooptip, Modena.
- RICCI LUCCHI F., COLALONGO M.L., CREMONINI G., GASPERI G., IACCARINO S., PAPANI G., RAFFI S. & RIO D. (1982) - *Evoluzione sedimentaria e paleogeografia nel margine appenninico*. In: CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F.: "*Guida alla geologia del margine appenninico padano*". Guida Geol. Reg. S.G.I.: 17-46, Bologna.
- RICCI LUCCHI F. & ORI G.G. (1985) - *Field excursion D: syn-orogenic deposits of a migrating basin system in the NW Adriatic Foreland*. In: P.H. Allen, P. Homewood & G. Williams (Eds.) "Excursion Guidebook". Foreland Basins Symposium. Fribourg, 137-176.
- ROSSI M.E., ROGLEDI S. (1988) - *Relative sea-level changes, local tectonic setting and basin margin sedimentation in the interference zone between two orogenic belts: seismic stratigraphic examples from Padan foreland basin, northern Italy*. In Nemec W., Steel R.J., eds - *Fan Deltas: Sedimentology and Tectonic Settings*. 368-384.

- RUDDIMAN W.F. ET ALII (1989) - *Pleistocene evolution: Northern hemisphere ice sheets and north Atlantic Ocean*. *Paleoceanography*, **4**, n. 4: 353-412.
- SACCO F. (1893) - *L'Appennino settentrionale (Appendice prima)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **12**: 627-658.
- SEABER P.R. (1988) - *Hydrostratigraphic units*. *Hydrogeology*. W. Back, J.S. Rosenshein & P. R. Seaber (eds.) - *The Geology of North America*. Geological Society of America, **0-1-2**: 9-14.
- SELLI R. (1952) - *Su un livello-guida nel Messiniano romagnolo-marchigiano*. *Atti VII Conv. Naz. Metano e Petrolio*, **1**: 195-198
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1992) - *Cartografia geologica del Quaternario continentale*. In: *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento*. Quaderni SGN, Serie III, 1, 67-86.
- SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA (1994) - *Appennino Ligure-Emiliano*. *Guide Geol. Reg.*, **6**, BE-MA editrice.
- THIEME R. (1961) - *Serie stratigrafica di Antognola*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **80 (1)**: 89-98.
- USDA (1993) - *Soil Survey Manual*. USDA, Soil Survey Division Staff. *Handbook 18*.
- VAIL P.R., AUDEMARD F., BOWMAN S.A., EISNER P.N. & PERZ-CRUZ C. (1991) - *The Stratigraphic Signatures of Tectonics, Eustasy and Sedimentology - an Overview*, pp 617-659. *Einscle et alii* (Eds.), *Cycle and Events in Stratigraphy*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- VALLONI R., BELFIORE A., CALZETTI L., CALZOLARI M., DONAGEMMA V., LAZZARI D. & PANDELI E. (1992) - *Evoluzione delle petrofacies arenacee nell'Oligocene-Miocene di avansfossa del Nord-Appennino*. *Serv. Geol. Ital.*, 76^a Riunione estiva, Firenze.
- VENZO S. (1973) - *Geomorfologia e idrogeologia della zona di Fornovo e della paleoconoide del fiume Taro (Parma)*. *Cenno all'inquinamento atmosferico in connessione col regime dei venti*. *Ateneo Parm.*, *Acta Nat.*, **9**: 183-211.
- WALKER R.G. (ed) (1984) - *Facies models*. 2° ed. *Geoscience Canada Reprint AE1es*, *Geol. Ass. Canada*, pp. 317.
- WIEDENMAYER C. (1955) - *Sull'Eocene di M. Sporno nella finestra di Parma (Appennino settentrionale)*. *Soc. Petrol. It.*, *Fornovo Taro*: 9-27.
- ZANZUCCHI G. (1978) - *Tectonics of the Parma Province Apennines*. In: "*Alps, Apennines, Hellenides*", *Inter-Union Co. on Geodynamics*, *Sc. Rep. n.38*: 276-279, Stuttgart.
- ZANZUCCHI G. (1980) - *I lineamenti geologici dell'Appennino parmense. Note illustrative alla Carta geologica e Sezioni geologiche della Provincia di Parma e zone limitrofe (1:100.000)*. Volume dedicato a S.Venzo, STEP, Parma: 201-233.
- ZUFFARDI P. (1910) - *Serie di terreni tra il Taro e il T.Baganza (Prov. Di Parma)*. *Atti Soc. Geol. Ital.*, **49 (1)**: 52-80.