

**ARGILLE AZZURRE**

RANGO	ETÀ	REGIONE
Formazione	Pliocene-Pleistocene <i>p.p.</i>	Piemonte, Emilia Romagna, Marche, Toscana
FOGLIO AL 100.000	FOGLIO AL 50.000	SIGLA
57, 69, 70, 71, 72	(FAA) 156, 157, 219, 220, 221, 255, 266, 267, 281, 282, 284, 285, 292, 293, 295, 302, 303, 304, 314; (AAI, AAS) 256; (LUG) 179, 180, 181, 199, 218; (RIL) 238, 254	FAA

*Scheda a cura di Paola Falorni, Fabio Massimo Petti e Chiara D'Ambrogi*

Con il termine Argille Azzurre si intendono i depositi argillosi “subappenninici” del Pliocene-Pleistocene *p.p.* che affiorano dal Piemonte alle Marche e in Toscana.

Fu LEONARDO DA VINCI (1506-1510) [31] a coniare questo nome e il primo lavoro scientifico riguardante le Argille Azzurre risale a BROCCHI (1814 [10]). Questo Autore divise i “depositi subappenninici” in due membri: uno inferiore argilloso (Argille Azzurre), corredato di ampia descrizione litologica e paleontologica, riferito al Piacenziano; ed uno sabbioso superiore (“sabbie gialle” o “sabbie astiane”, attribuite all’Astiano). Innumerevoli sono le successive pubblicazioni a carattere sia bio-lito-magneto-stratigrafico che mineralogico [2], [3], [4], [5], [9], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [28], [30], [32], [35], [38], [40], [41].

Con il proseguire delle indagini, la parte superiore della successione argillosa riconosciuta da BROCCHI è stata attribuita al Pleistocene *p.p.* e al suo interno è stata riconosciuta una discordanza tra il Pliocene Inferiore e Medio.

Senza trascurare il significato di questa discordanza, ma con l’intento di evitare il proliferare di nuovi nomi locali per depositi noti in letteratura da decenni e di mettere ordine all’uso indiscriminato del termine, è stato suggerito ai rilevatori CARG (verbale della riunione del Comitato d’Area per l’Appennino settentrionale del 11/12/2001) di mantenere la tradizionale denominazione di Argille Azzurre. Questa scelta è fondata anche sul fatto che in alcuni fogli già pubblicati compare il riferimento alle Argille Azzurre a livello di rango formazionale e non sempre viene riconosciuta e/o cartografata la discontinuità infra-pleiocenica.

La presente scheda segue questa direttiva.

Nella cartografia geologica ufficiale a scala 1:100.000 l’unità è stata cartografata o con la denominazione generica di “argille” o come “argille di Lugagnano”.

Le Argille Azzurre compaiono in numerosi fogli della Carta Geologica d’Italia (a scala 1:50.000), e molti sono i membri e le litofacies in esse riconosciute. In passato, alcuni di questi membri e litofacies, corrispondenti a corpi più o meno sabbiosi o marnosi che si intercalano alle argille e che raggiungono talora spessori fino al centinaio di metri, sono stati elevati al rango formazionale.

Quando si è preferito mettere in evidenza la discordanza tra il Pliocene Inferiore e quello Medio (es. Foglio 256, Rimini), sono state distinte le Argille Azzurre “inferiori” (sigla AAI) e le Argille Azzurre “superiori” (sigla AAS).

Equivalenti stratigrafici delle Argille Azzurre in Abruzzo (fogli 360, Torre de' Passeri, e 361, Chieti) sono la "formazione di Mutignano" e la sottostante "formazione Cellino", mentre nel Lazio è la "formazione di Monte Vaticano (fogli 374, Roma, e 387, Albano)".

Le principali sinonimie delle Argille Azzurre sono: "argille subappenniniche" *p.p.* [10], "argille di Lugagnano" [29], "argille di Riolo Terme" [25] ed "argille e marne di Riolo Terme" [2], "argille del Santerno" [1], "argille del Piacenziano" *Auctt.* [1], "argille di Tabiano" [1], "argille di Cornuda" [1], "argille del Torrente Tiepido" [27], "argille di Marano" *p.p.* [27], "argille di Borro dei Carfini" [8] ed "argille di Casa Strolla" [8]. Per quanto riguarda invece le litofacies ed i vari corpi sabbiosi, conglomeratici e marnosi presenti all'interno dell'unità, le sinonimie sono le seguenti: "sabbie di Ravaldino" *p.p.* [21]; "argille di Terra del Sole" *p.p.* [26], [37]; "arenarie di Lardiano" [21]; "arenarie di Borello" [19], "arenarie di Teodorano" *p.p.* [21]; arenarie di Bertinoro" [12]; "spungone" *Auctt.*; "formazione di Corpòlo" [14]; "argille e conglomerati del Torrente Zambra" e "sabbie di Mazzolla" [9]; "conglomerati di Turrialignani" [28]; "litofacies arenitico-conglomeratica di Montecarotto", "litofacies arenitica di Rosora", "litofacies pelitico-arenitica di Trivio" [22]; "membro di Montefalcone" della "formazione di Macerata-Cupramontana" [11]. La "formazione di Mutignano" [28] (fogli 360, Torre de' Passeri, e 361, Chieti) è sinonimo delle Argille Azzurre "superiori".

In letteratura, l'unica sezione-tipo riscontrabile in affioramento è quella presso Lugagnano e Castell'Arquato, descritta da BARBIERI & MEDIOLI [4] e corredata in seguito di documentazione grafica da BARBIERI [3]. In questa sezione, però, la sommità dell'unità non raggiunge il Pleistocene perché su di essa trasgredisce la formazione pliocenica di Castell'Arquato. La sezione-tipo delle "argille del Santerno" [1], si ritrova nel pozzo Gambettola 1 (dal metro 120 al metro 752). Altre sezioni sono quelle di Val Marecchia, del bacino del Samoggia, di Rio del Giallo, di Castrocaro, di Cedola, di Bertinoro [12], dello Stirone [15], [34], di Castell'Arquato, di Sant'Andrea Bagni (SO di Parma) [15], della Valle del Metauro, di Macerata [38].

Le Argille Azzurre sono costituite in prevalenza da argille, argille marnose e marne argillose, molto bioturbate e siltose, con stratificazione generalmente indistinta (quando distinguibili gli strati sono medi) e di colore grigio o grigio-azzurro; all'interno di questi litotipi sono presenti accumuli di Bivalvi e Gasteropodi. Nelle argille si intercalano siltiti ed arenarie in strati generalmente sottili (spesso organizzati in pacchi); queste ultime sono caratterizzate dalla facies D2 di MUTTI & RICCI LUCCHI. La componente carbonatica (25-30%) è bassa [6]; quella mineralogica prevalente è caolinitico-montmorillonitica [41].

Localmente (al di sopra delle intercalazioni del "membro dello Spungone", cfr. oltre), si osservano numerosi livelli ricchi in sostanza organica (*sapropel*), probabilmente riferibili a cicli orbitali precessionali [12], [15], [38]. In questi livelli sapropelitici laminati il contenuto in carbonio organico (di origine sia marina che terrestre [33]) può raggiungere 1,35% (in media 1%) contro lo 0,5% del *mudstone* bioturbato [12].

All'interno delle Argille Azzurre possono rinvenirsi livelli di spessore variabile, caratterizzati da una maggiore componente arenacea, conglomeratica, marnosa o calcarenitica; con essi esistono passaggi latero-verticali in genere graduali. Nei casi in cui questi livelli assumono spessori più consistenti, essi sono stati distinti perfino con rango formazionale; oggi sono considerati solo membri o litofacies della formazione.

L'organizzazione interna delle Argille Azzurre è da considerarsi molto complessa, alla luce della notevole variabilità litologica, legata sia all'articolazione del bacino di sedimentazione che ad apporti grossolani locali.

Segue una rassegna dei suoi membri per aree geografiche omogenee.

In Piemonte sono stati distinti tre membri sovrapposti [23] (dal basso verso l'alto): il "membro siltoso-argilloso" (FAA<sub>9</sub>; spessore circa 100 m), è caratterizzato da silt ed argille, talora marnose,

di colore nocciola ed intensamente bioturbate; localmente vi si intercalano arenarie gialle a granulometria medio-grossolana fino a conglomeratica, organizzate in livelli spessi anche 5 m che mostrano stratificazione concava e geometria lenticolare; il “membro argilloso” (FAA<sub>10</sub>; spessore superiore ai 70 m, non è mai stata osservata la base), intermedio, è costituito prevalentemente da argille e silt azzurri, massicci e compatti; il “membro siltoso-sabbioso” (FAA<sub>11</sub>; spessore circa 30 m), superiore, è rappresentato da silt e sabbie fini di colore bruno, bioturbati ed a stratificazione piano-parallela poco evidente.

Nell’Emilia Romagna occidentale (Foglio 219 Sassuolo) sono stati riconosciuti i seguenti membri: il “membro di San Valentino” (FAA<sub>6</sub>) (affiora nell’area di San Valentino, Reggio Emilia, con uno spessore variabile da pochi metri a più di 100 m) è caratterizzato da strati tabulari di arenarie fini fossilifere, scarsamente cementate e debolmente bioturbate, a cui si alternano sedimenti prevalentemente pelitici; il “membro di Monte Arnone” (FAA<sub>7</sub>) (affiora sul M. Arnone, lungo l’alveo del Secchia e a Montegibbio, con uno spessore variabile da pochi metri a qualche decina di metri) è costituito da lenti di breccie a matrice argillosa inglobanti localmente lembi o masse di peliti plioceniche.

Nel Foglio 267 San Marino è stato distinto il “membro arenaceo di Montecalvo in Foglia” (FAA<sub>8</sub>) (spessore massimo 450 m). Esso è costituito da arenarie fossilifere giallastre, da poco a mediamente cementate, in alternanza con peliti siltose ed argilliti. Vi sono state riconosciute una litofacies arenacea ed una pelitico-arenacea: la prima è caratterizzata da strati di arenarie gradate o a laminazione piano-parallela, con spessori medi fino a molto spessi (vi si rinvencono livelli formati esclusivamente da frammenti di gusci di molluschi); la seconda è costituita da peliti siltose ed argille a cui si alternano strati centimetrici di arenarie a granulometria fine e finissima molto fossilifere. Questo membro è rappresentato da corpi lenticolari all’interno della porzione delle Argille Azzurre appartenenti al Pliocene inferiore e medio.

Sia in Emilia Romagna che nelle Marche sono stati individuati i seguenti membri, dal basso verso l’alto stratigrafico: a) “membro delle arenarie di Borello” [19] (FAA<sub>2</sub>); si tratta di un’alternanza metrica di sequenze marnoso-argillose e sequenze arenacee. Le arenarie, di color grigio-giallastre, sono in genere poco cementate e presentano una forte lenticolarità a scala dell’affioramento; gli strati sono da sottili a medi, e solo raramente spessi; di frequente contengono numerosi biosomi e bioclasti, anche grossolani. A queste arenarie si intercalano calcareniti con clasti quarzosi, argille marnose, siltose e sabbiose [2]. Lo spessore massimo del membro è 350 m. Esso potrebbe corrispondere alla “formazione di Porto Corsini” [24], [39]. b) “membro dello Spungone” (FAA<sub>3</sub>); l’unità è costituita da lenti, lateralmente discontinue e vicarianti, di depositi calcarei; i litotipi presenti sono: calcari organogeni, calcareniti ed arenarie bioclastiche, spesso porosi e vacuolari; queste litologie si intercalano in modo irregolare nella successione, con grande variabilità sia verticale che laterale. Le facies detritiche sono volumetricamente molto più significative di quelle in posto; così come nelle prime prevale il rimaneggiamento interformazionale rispetto a quello intraformazionale. La stratificazione è in genere incrociata a piccola e media scala, talora a basso angolo [2], [20]. Il membro ha spessori molto variabili; l’orizzonte più continuo ha uno spessore compreso tra 10 e 60 m [2]. Localmente, nell’ambito dell’unità sono state distinte tre litofacies [2], [20], [35]: una “litofacies organogena” (“facies A” di [20], “calcari ad *Amphistegina*” e “lumachella a bivalvi” di [40]), e due litofacies detritiche “litofacies di Rocca delle Caminate” e “litofacies di Castrocaro” (“facies B” di [20]). Nell’area di Fermo (Marche) l’unità cade in sinonimia con il “membro di Montefalcone” della “formazione di Macerata-Cupramontana” [11]. Limitatamente alle Marche sono stati riconosciuti i seguenti membri: a) “membro del Monte dell’Ascensione” (FAA<sub>4</sub>) (affiora solo nell’area di Fermo, con spessori che possono raggiungere i 1000 metri). La sua porzione basale è costituita da conglomerati ad elementi calcarei eterogenei ed eterometrici (provenienti dall’erosione delle formazioni giurassico-paleogene umbro-

marchigiane e rielaborati sia in ambiente fluviale che litorale) e, subordinatamente, da arenarie in corpi lenticolari e con base erosiva [11]. La porzione superiore è invece caratterizzata da alternanze pelitico-arenacee ed arenaceo-pelitiche, con strati gradati da medi a sottili e con lamine piane ed incrociate [11]. I limiti inferiore e superiore di questo membro sono marcati da forti discordanze angolari [11]. b) “membro di Offida” (FAA<sub>2</sub>) (affiora solo nelle Marche, con spessore massimo di circa 1000 m); nella porzione inferiore esso presenta spessi corpi conglomeratici, costituiti da ciottoli eterometrici e poligenici calcarei e subordinatamente selciosi; in quella superiore, depositi pelitici ed intercalazioni conglomeratiche meno spesse [11]. I limiti inferiore e superiore del membro sono marcati da forti discordanze angolari [11].

In Toscana, all'interno delle Argille Azzurre (parte inferiore) è stato distinto il membro “conglomerati e brecce de il Poggino” (FAA<sub>3</sub>) [18], [30]. Esso è rappresentato da corpi conglomeratici costituiti da clasti a spigoli vivi ma anche ben elaborati, in genere di dimensioni inferiori ai 10 cm; localmente questi clasti sono frammisti ad altri di dimensioni decisamente maggiori (fino a 2 metri di diametro). Tali elementi, in prevalenza di dolomia grigia e talora calcarei, sono immersi in una matrice sabbiosa grossolana o microconglomeratica. In questa unità sono stati osservati anche sporadici blocchi di argille (del diametro di 10-40 cm), i quali rarissimamente presentano come inclusi piccoli clasti di gesso. Lo spessore massimo di questo membro è circa 20 m [30].

Sempre in Toscana, le Argille Azzurre contengono lenti della “formazione di Serrazzano” (nella loro porzione inferiore) e delle “calcareniti di San Mariano” [17], [18], [30].

Lo spessore delle Argille Azzurre, localmente molto variabile, raggiunge sicuramente i 1000 metri sia in Emilia Romagna [2], [7] che in Toscana [17], [18], [30], mentre nelle Marche sembra arrivare a 3500 metri [11].

In Piemonte la Formazione passa, con una marcata superficie di discontinuità, inferiormente al “complesso caotico della Valle Versa”, alle “areniti di Tonengo” [23], alle “sabbie di Vernazza” [32] ed ai “conglomerati di Cassano Spinola”, superiormente alle “sabbie di Asti” o ai sintemi di Gambarello e di Zanco [23].

In Emilia Romagna le Argille Azzurre giacciono, in discordanza angolare o in paraconcordanza, su un substrato costituito, a seconda delle località da Argille a Palombini, Formazione a Colombacci, Gruppo della Gessoso-Solfifera e “marnoso arenacea”; esse giacciono ancora sulle “marne di Cella” (il passaggio tra le due unità si realizza attraverso un aumento graduale e progressivo della componente argillosa su quella carbonatica [2]) e sulla “formazione di Monterumici” [14]. Le “marne di Cella” mostrano anche rapporti di eteropia con le Argille Azzurre. Queste ultime sono sormontate, in discordanza angolare o con passaggio graduale per alternanza rapida (Foglio 219, Sassuolo), dalle “arenarie di Savignano”, dalla “formazione di Castell'Arquato” e delle “sabbie gialle di Imola”. Presso il Monte Adone, a tetto di un esiguo affioramento di Argille Azzurre è presente la “formazione di Monte Adone” [14].

Nelle Marche la formazione passa inferiormente alle “marne di Cella” con passaggio graduale, mentre poggia in discordanza sulla Formazione a Colombacci [11] e sulla “formazione della Laga” (a sud del F. Chienti, Macerata) [11], [16]. Essa è inoltre sormontata dalla “formazione di Fermo”, con passaggio marcato da discordanza angolare [11].

In Toscana, le Argille Azzurre si sono deposte in continuità e concordanza, su unità mioceniche quali le “argille e gessi del Fiume Era Morta”, la “formazione di Podernuovo” e le “calcareniti di Poggio di Riparossa”. Sul margine esterno dei paleo-bacini lacustri, la formazione poggia sul substrato pre-neogenico o su unità conglomeratiche plioceniche (“conglomerati di Bosco delle Volpaie”, “conglomerati di Gambassi Terme”, “conglomerati di Poggio San Biagio” e “formazione di Serrazzano”) che spesso mostrano rapporti eteropici con essa. La “formazione di Serrazzano” si rinviene anche in lenti nella porzione inferiore dell'unità. Localmente, le Argille Azzurre passano con gradualità alle sabbie di ambiente marino delle “arenarie di Perolla”. Rapporti di

eteropia sono conosciuti ancora con le “sabbie di San Vivaldo” e con le “calcareniti di San Mariano”; queste ultime, così come i “calcari di Volterra” (che in questa località caratterizzano localmente la porzione terminale dell’unità), si rinvencono in lenti all’interno delle Argille Azzurre [17], [18], [30]. Al tetto la formazione passa ad unità prevalentemente sabbiose, quali la “formazione di San Casciano”, la “formazione di Chiusdino”, la “formazione di Lustignano”, la “formazione di San Dalmazio”, la “formazione di Villamagna” ed i “conglomerati di Lago Boracifero”; con queste ultime tre le Argille Azzurre presentano anche rapporti di eteropia [17], [18], [30].

Nelle Argille Azzurre sono stati rinvenuti resti di Vertebrati, numerosi macrofossili ed abbondanti Foraminiferi e Nannofossili calcarei. Per i primi sono segnalati i Mammiferi marini (*Delphinapterus* spp., *Balaenoptera acutorostrata cuvierii*, *Cetotherium* spp., *Tursiops*, *Megaptera*) [7] ed i resti di Pesci ossei [18]; per i secondi, i Molluschi (sia Gasteropodi che Bivalvi; tra gli altri, *Pycnodonta navicularis*, *Anadara diluvii*, *Amusium cristatum*, *Chlamys multistriata*, *Pelecypora islandicoides*, *Turritella spirata*, *Petalonchus intortus*, *Narona calcarata*, *Gemmula contigua*, *Bathytoma cataphracta*, *Turricola dimidiata*, *Dendrophyllia* sp., *Ostrea edulis*, *Venus multilamella*, *Lemintina arenaria*, *Aporrhais uttingeriana*, *Dentalium fossile*, *Dentalium sexangulum*, *Chlamys varia*, *Naticarius millepunctatus* e *Neverita josephinae*, [18], [30]), gli Echinoidi irregolari e per i calcari organogeni del “membro dello Spungone”, i Briozoi (*Cellaria*, *Membranipora*) e le Alghe (Rodophyceae e Corallinaceae sia incrostanti che articolate, dei seguenti generi: *Archaeolithothamnium*, *Lithothamnium*, *Lithophyllum*, *Mesophyllum*, *Litoporella*, *Neogoniolithon* e *Corallina*) [20].

Per quanto riguarda i Foraminiferi (planctonici e bentonici), sono state rinvenute le seguenti biozone: in Piemonte, dalla Zona a *Globorotalia margaritae* (MP12) alla Zona a *Globorotalia puncticulata* [23]; in Emilia Romagna, dalla Zona a *G. margaritae* alla Zona a *Globigerina cariacensis* [2], [38] (solo in località Marzeno, ad ovest di Forlì, è documentata la Zona a *Sphaeroidinellopsis seminulina* s.l. [12]); nelle Marche, dalla Zona a *S. seminulina* s.l.(?) alla Zona a *G. cariacensis* (comparsa di *Hyalinea balthica*) [11]; in Toscana dalla Zona a *S. seminulina* s.l. alla Zona a *Globorotalia aemiliana* [17]), [18], [30].

Per quanto concerne i Nannofossili calcarei, sono state riconosciute le seguenti biozone: in Piemonte, la Zona a *Reticulofenestra pseudumbilicus* [23]; in Emilia Romagna, dalla Zona ad *Amaurolithus tricorniculatus* [15] alla Zona a *Helicosphaera sellii* (comparsa di *Gephyrocapsa oceanica* s.l., scomparsa di *Cyclococcolithus macintyreii* e presenza di *Helicosphaera sellii*) [36]; nelle Marche, dalla Zona ad *A. tricorniculatus* alla Zona a *C. macintyreii* (comparsa di *Gephyrocapsa oceanica* s.l.) [11]; in Toscana, dalla Zona a *Discoaster variabilis* s.l. alla Zona a *Discoaster tamalis* [17]), [18], [30].

In base alle associazioni fossilifere rinvenute, le Argille Azzurre sono riferibili all’intervallo Pliocene inferiore *p.p.* (Zancleano *p.p.*)-Pleistocene inferiore *p.p.* (Emiliano, [11]). In particolare si osserva che mentre la base dell’unità pare essere ovunque riferibile alla Zona a *S. seminulina* s.l. (ad eccezione del Piemonte ed in parte dell’Emilia Romagna), il tetto sembra essere fortemente eterocrono: infatti, in Toscana ed in Piemonte esso è da attribuire al Piacenziano *p.p.* (Zona a *G. puncticulata* per il Piemonte, e zone a *G. aemiliana* ed a *Discoaster tamalis* per la Toscana), mentre in Emilia Romagna e nelle Marche risulta di pertinenza del Calabriano-Emiliano (Zona a *Helicosphaera sellii* e comparsa di *Hyalinea balthica*).

Le Argille Azzurre si sono deposte in un ambiente marino, a profondità molto variabili in relazione alla posizione nei contesti bacinali e, in ogni area, in funzione del regime trasgressivo e regressivo. Nelle fasi di maggiore approfondimento le batimetrie registrate sono compatibili con quelle della parte più profonda della zona neritica esterna/porzione superiore della zona epibatiale, mentre nelle fasi regressive le batimetrie risultano minori, ma sempre riferibili alla zona neritica esterna [7], [30].

**Bibliografia:**

- [1] - AGIP S.P.A. (1982) - *Lessico delle Formazioni del bacino padano orientale*. In: CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F.: «Guida alla geologia del margine appenninico-padano». Guide Geologiche Regionali, Soc. Geol. It.: 205-246, 9 figg., Bologna.
- [2] - ANTOLINI P., BORSETTI A.M., CREMONINI G., PIALLI G., RICCI LUCCHI F. & DE NARDO M.T. (2000) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 254, Modigliana*. Serv. Geol. d'It.: pp. 118, 24 figg., 7 tabb., Roma.
- [3] - BARBIERI F. (1967) - *The Foraminifera in the Pliocene section Vernasca-Castell'Arquato including the Piacenzian stratotype (Piacenza Province)*. In: «Il Pliocene del Subappennino Parmense-Reggiano». Mem. Soc. It. Sc. Nat., **15** (3): 145-163, 10 figg., 1 tab., Milano.
- [4] - BARBIERI F. & MEDOLI F. (1964) - *Nota preliminare sullo studio micropaleontologico della serie Vernasca-Castell'Arquato (Piacenza)*. Boll. Soc. Geol. It., **83** (1): 207-212, Roma.
- [5] - BIGI S., CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALOU P., MICARELLI A., NISIO S., PENNESI T. & POTETTI M. (1997) - *The Periadriatic Basin (Marche-Abruzzi sector, Central Italy) during the Plio-Pleistocene*. Giornale di Geologia, ser. 3<sup>a</sup>, **59** (1-2): 245-259, 13 figg.
- [6] - BONI A. & CASNEDI R. (1970) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Fogli 69-70, Asti-Alessandria*. Serv. Geol. d'It.: pp.63, Roma.
- [7] - BONI A., BRAGA G., GELATI R., LAURI S., PAPANI G., PETRUCCI F. & VENZO S. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 72, Firenzuola d'Arda*. Serv. Geol. d'It.: pp. 93, Roma.
- [8] - BOSSIO A., FORESI L.M., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1995) - *Evoluzione tettonico-sedimentaria neo-genica lungo una trasversale ai bacini di Volterra e della Val d'Elsa*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec., **1**: 93-104, 5 figg., Camerino.
- [9] - BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., PASCUCCI V., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1994) - *Il Bacino di Volterra: notizie preliminari sull'evoluzione della sua area centro-meridionale durante il Pliocene*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec., **1994/1**: 19-32, Camerino.
- [10] - BROCCHI G.B. (1814) - *Conchiologia fossile subappennina*. pp. 712, 16 tavv., Milano.
- [11] - CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALOU P., MICARELLI A., NAPOLEONE G. & POTETTI M. (2002) - *Elementi di correlazione nella successione marina plio-pleistocenica del bacino periadriatico marchigiano*. Studi Geol. Camerti, nuova serie, **1/2002**: 33-49, 12 figg., Camerino.
- [12] - CAPOZZI R. & PICOTTI V. (2003) - *Pliocene sequence stratigraphy, climatic trends and sapropel formation in the Northern Apennines (Italy)*. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., **190**: 349-371, 13 figg., Amsterdam.
- [13] - CAPOZZI R., LANDUZZI A., NEGRI A. & VAI G.B. (1992) - *Dominio umbro-romagnolo e marchigiano-adriatico*. In: BORTOLOTTI V. «Appennino Tosco-Emiliano», Guide Geologiche Regionali, Soc. Geol. It., **4**: 19-26, 3 figg., Roma.
- [14] - CATANZARITI R., OTTRIA G. & CERRINA FERONI A. (2002) - *Carta Geologico-strutturale dell'Appennino emiliano-romagnolo. Tavole Stratigrafiche*. Regione Emilia Romagna: pp. 90, 20 figg., 19 tavv., Firenze.
- [15] - CHANNELL J.E.T., POLI M.S., RIO D., SPROVIERI R. & VILLA G. (1994) - *Magnetic stratigraphy and biostratigraphy of Pliocene "argille azzurre" (Northern Apennines, Italy)*. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., **110**: 83-102, 13 figg., Amsterdam.
- [16] - COSTA PISANI P. (2001) - *Evoluzione tettonico-sedimentaria del settore settentrionale del Bacino Periadriatico Abruzzese*. Tesi di Dottorato, XIII Ciclo, Università di Bologna.
- [17] - COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MAZZANTI R., MAZZEI R. & SALVATORINI G. (2002) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000, Foglio 306, Massa Marittima*. Serv. Geol. d'It.: pp. 174, Firenze.
- [18] - COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G.F. & SANDRELLI F. (2002) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000, Foglio 285, Volterra*. Serv. Geol. d'It.: pp. 153, L.A.C., Firenze.
- [19] - CREMONINI G. & FARABEGOLI E. (1982) - *Carta geologica dell'Appennino Emiliano-romagnolo, tavv. 100 III SO "Cusercoli" e 100 III SE "Borello" (con note illustrative)*. Regione Emilia-Romagna - Univ. di Bologna.
- [20] - CREMONINI G., D'ONOFRIO S., FRANCAVILLA F., MARABINI S., RICCI LUCCHI F. & RUGGIERI G. (1982) - *Lo "Spungone" del Pliocene romagnolo*. In: CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F., «Guida alla geologia del margine appenninico-padano», Guide Geologiche Regionali, Soc. Geol. It.: 171-176, figg. 2, Bologna.

- [21] - CREMONINI G., D'ONOFRIO S., FARABEGOLI E., FRANCAVILLA F., MARABINI S., MICCOLI C., PIERI L., RAIONE M. & RONCHI A. (1983) - *Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-romagnolo, tavv. 100 III NO "Predappio" e 100 III NE "Bertinoro"*. Regione Emilia Romagna - Università di Bologna.
- [22] - DEIANA G. (in prep.) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 302, Tolentino*. APAT - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia.
- [23] - DELA PIERRE F., PIANA F., FIORASO G., BOANO P., BICCHI E., FORNO M.G., VIOLANTI D., BALESTRO G., CLARI P., D'ALTRI A., DE LUCA D., MORELLI M., RUFFINI R. & POLINO R. (2003) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 157, Trino*. APAT - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia: pp. 147, figg. 28b, tabb. 4, Litografia Geda, Nichiotello (TO).
- [24] - DONDI L., MOSTARDINI F. & RIZZINI A. (1982) - *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nella Pianura Padana*. In: CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F.: «Guida alla geologia del margine appenninico-padano», Guide Geologiche Regionali, Soc. Geol. It.: 47-58, Bologna.
- [25] - FARABEGOLI E. (1985) - *Note geologiche sul territorio di S. Lazzaro di Savena*. In: LENZI F., NENZIONI G. & PERETTO C., «Materiale e documenti per un museo della preistoria. S. Lazzaro di Savena e il suo territorio», Catalogo del Museo: 13-26, Bologna.
- [26] - FARABEGOLI E., ONOREVOLI G., RUFFINO C. & COSTANTINI B. (1998) - *Struttura del sottosuolo quaternario continentale della Pianura Padana meridionale (Provincia di Ravenna - Italia)*. Università di Bologna-AGIP.
- [27] - GASPERI G., CREMASCHI M., MANTOVANI UGUZZONI M.P., CARDARELLI A., CATTANI M. & LABATE D. (1989) - *Evoluzione plio-quaternaria del margine appenninico modenese e dell'antistante pianura. Note illustrative alla Carta Geologica*. Mem. Soc. Geol. It., **39** (1987): 375-431, 18 figg., 1 tab., 1 carta geol., Roma.
- [28] - GHISETTI F. & VEZZANI L. (1988) - *Geometric and kinematic complexities in the Marche-Abruzzi external zones (Central Apennines, Italy)*. Geologische Rundschau, **77** (1): 63-78, 12 figg., 1 tav.
- [29] - LAURERI S. (1964) - *Cenni sulla giacitura del Neogene nel Pedepennino piacentino tra le valli dell'Arda e del Nure*. Ateneo Parmense, Acta Naturalia, **35**: 75-81, Parma.
- [30] - LAZZAROTTO A., SANDRELLI F., FORESI L.M., MAZZEI R., SALVATORINI G., CORNAMUSINI G. & PASCUCCI V. (2002) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 295, Pomarance*. Serv. Geol. d'It.: pp. 140, L.A.C., Firenze.
- [31] - LEONARDO DA VINCI (1506-1510) - *Hammer's Codex*. In: *Il Codice Hammer e la Mappa di Imola*, presentati da Carlo Pedretti. Catalogo mostra Arte e Scienza a Bologna e in Emilia Romagna nel primo Cinquecento, Giuntini Barbera (Ed.), (1985): pp. 205, Bologna.
- [32] - LUCCHETTI L., ALBERTELLI L., MAZZEI R., THIEME R., BONGIORNI T. & DONDI L. (1963) - *Contributo alle conoscenze geologiche del pedepennino padano*. Boll. Soc. Geol. It., **81** (1962), (4): 1-245, 62 figg., 27 tavv., Roma.
- [33] - MATTAVELLI L. (1983) - *Geochemistry and habitat of natural gases in Po Basin, Northern Italy*. AAPG Bull., **67**: 2239-2254.
- [34] - PAPANI G. & PELOSIO G. (1963) - *La serie plio-pleistocenica del Torrente Stirone (parmense occidentale)*. Boll. Soc. Geol. It., **63** (1962), (4): 293-361, 10 figg., 7 tavv., Roma.
- [35] - POLUZZI A., CAPOZZI R., GIORDANI G. & VENTURINI M. (1988) - *I Briozoi dello Spungone nei terreni pliocenici della Romagna*. Ateneo Parmense, Acta Naturalia, **24** (1): 19-82, 15 figg., 12 tabb., Parma.
- [36] - RAFFI G. & RIO D. (1980) - *Biostratigrafia a nannofossili, biocronologia e cronostratigrafia della serie del Torrente Tiepido (Subappennino Emiliano, Provincia di Modena)*. Ateneo Parmense, Acta Naturalia, **16**: 19-31, 2 figg., 1 tav., Parma.
- [37] - RICCI LUCCHI F., COLALONGO M.L., CREMONINI G., GASPERI G., IACCARINO G., PAPANI G., RAFFI S. & RIO D. (1982) - *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico*. In: CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F., «Guida alla geologia del margine appenninico-padano», Guida Geologiche Regionali, Serv. Geol. d'It.: 17-46, Bologna.
- [38] - RIO D., CHANNELL J.E.T., BERTOLDI R., POLI M.S., VERGERIO P.P., RAFFI I., SPROVIERI R. & THUNELL R.C. (1997) - *Pliocene sapropels in the northern Adriatic area: chronology and paleoenvironmental significance*. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., **135**: 1-25, 13 figg., Amsterdam.
- [39] - RIZZINI A. & DONDI L. (1980) - *Messinian evolution of the Po Basin and its economic implications (Hydrocarbons)*. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., **29** (1979-1980): 41-74, figg.18, Amsterdam.
- [40] - RUGGIERI G. (1962) - *La serie marina pliocenica e quaternaria della Romagna*. Boll. Mensile Camera Commercio Industria Agricoltura: 1-79, Forlì.

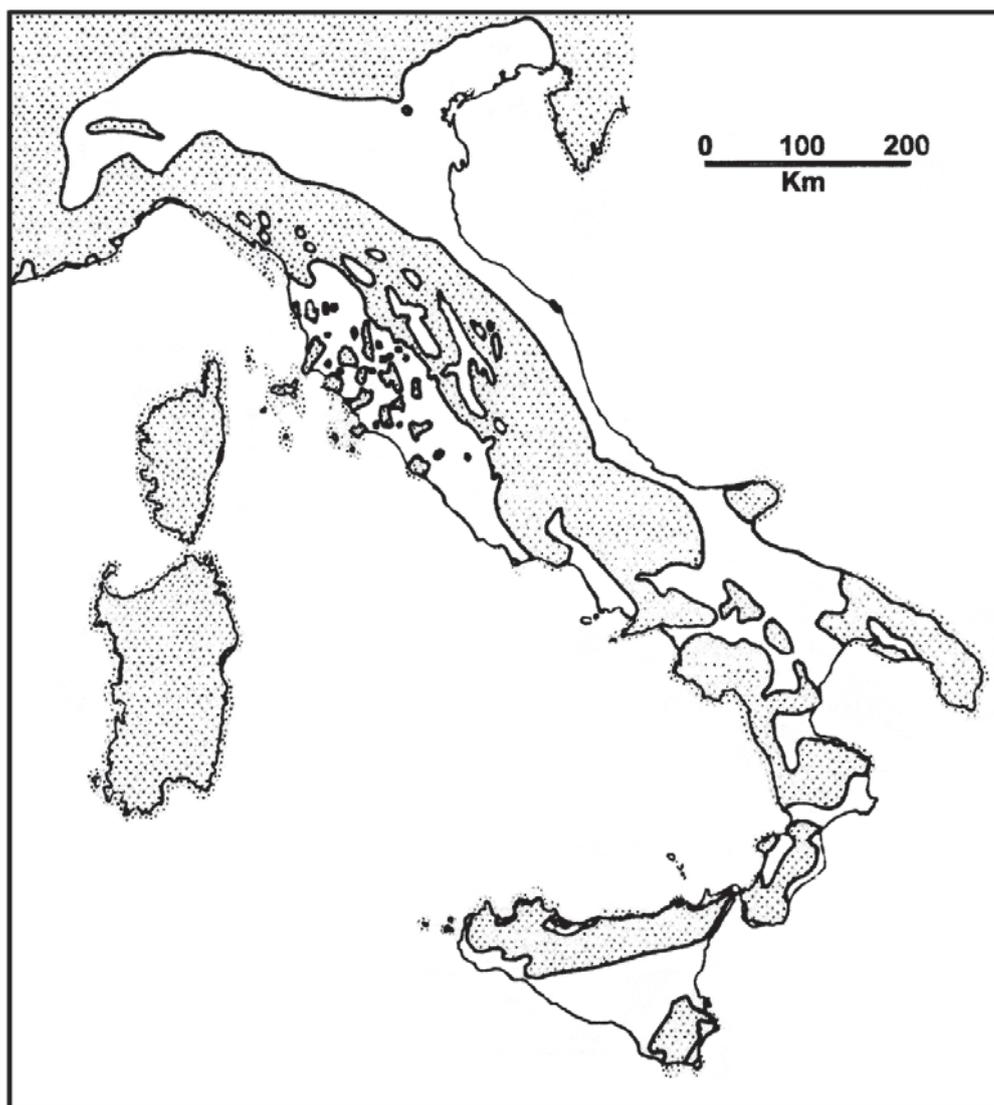
[41] - TOMADIN L. (1969) - *Le argille plio-pleistoceniche del Santerno nel quadro della sedimentazione neogenica del bacino romagnolo*. Giornale di Geologia, ser. 2, **35**: 199-212, Bologna.

[42] - TREVISAN L. (1956) - *Piacenziano*. In: DAL PIAZ G. & TREVISAN L., «Lexique Stratigraphique International», **1 (Europa)** (11, Italia): 76-77, Paris.

**Elenco allegati:**

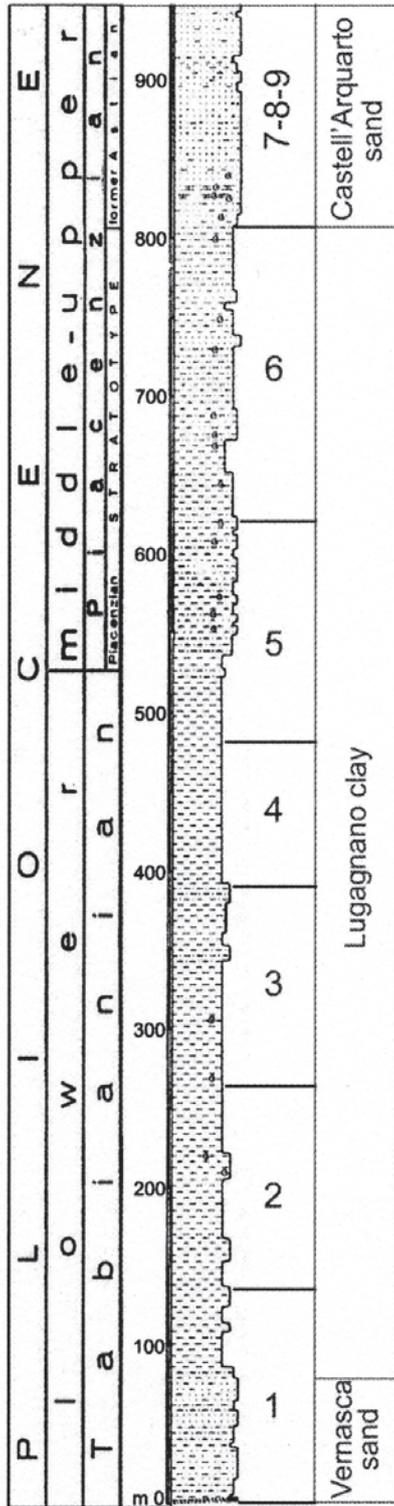
- A. Areale di affioramento delle Argille Azzurre, da [42] fig. 2.
- B. Sezione-tipo delle Argille Azzurre affiorante in Emilia Romagna (Lugagnano e Castell'Arquato), da [3], tav.1, modificata; sezione-tipo delle "argille del Santerno" in pozzo (pozzo Gambettola 1, dal metro 120 al metro 752), da [1] fig. 19.14, modificata.
- C. Schema dei rapporti stratigrafici delle Argille Azzurre e dei suoi membri dal Piemonte alle Marche, sulla base dei dati del Progetto CARG elaborato dalla Dott.ssa D'AMBROGI.
- D. Schema dei rapporti stratigrafici tra le varie formazioni plioceniche presenti nei principali bacini ad ovest e ad est della "dorsale medio toscana" (Fogli CARG 285, Volterra, 295, Pomarance, 296, Siena, 306, Massa Marittima), elaborato da SANDRELLI.

### Allegato A



Terre, mari e laghi nel Pliocene, al momento di passaggio dalla trasgressione del Piacenziano alla regressione dell'Astiano (D. BELLINCIONI).

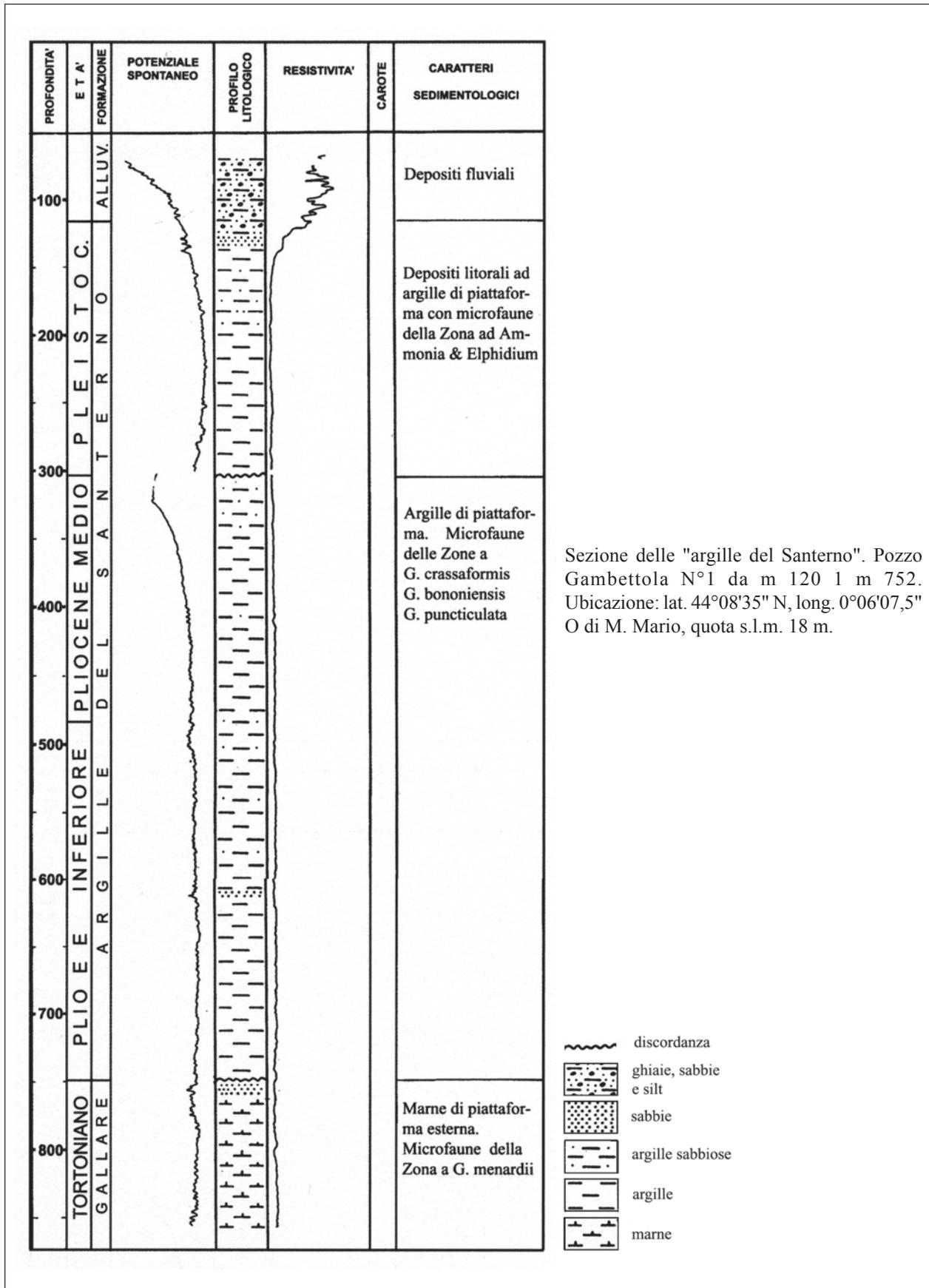
**Allegato B**



Sezione-tipo (sezione composta) delle Argille Azzurre in Emilia Romagna, tra Lugagnano e Castell'Arquato. Essa è composta da 9 sezioni minori, correlate tra loro ed indicate in figura con numerazione progressiva.

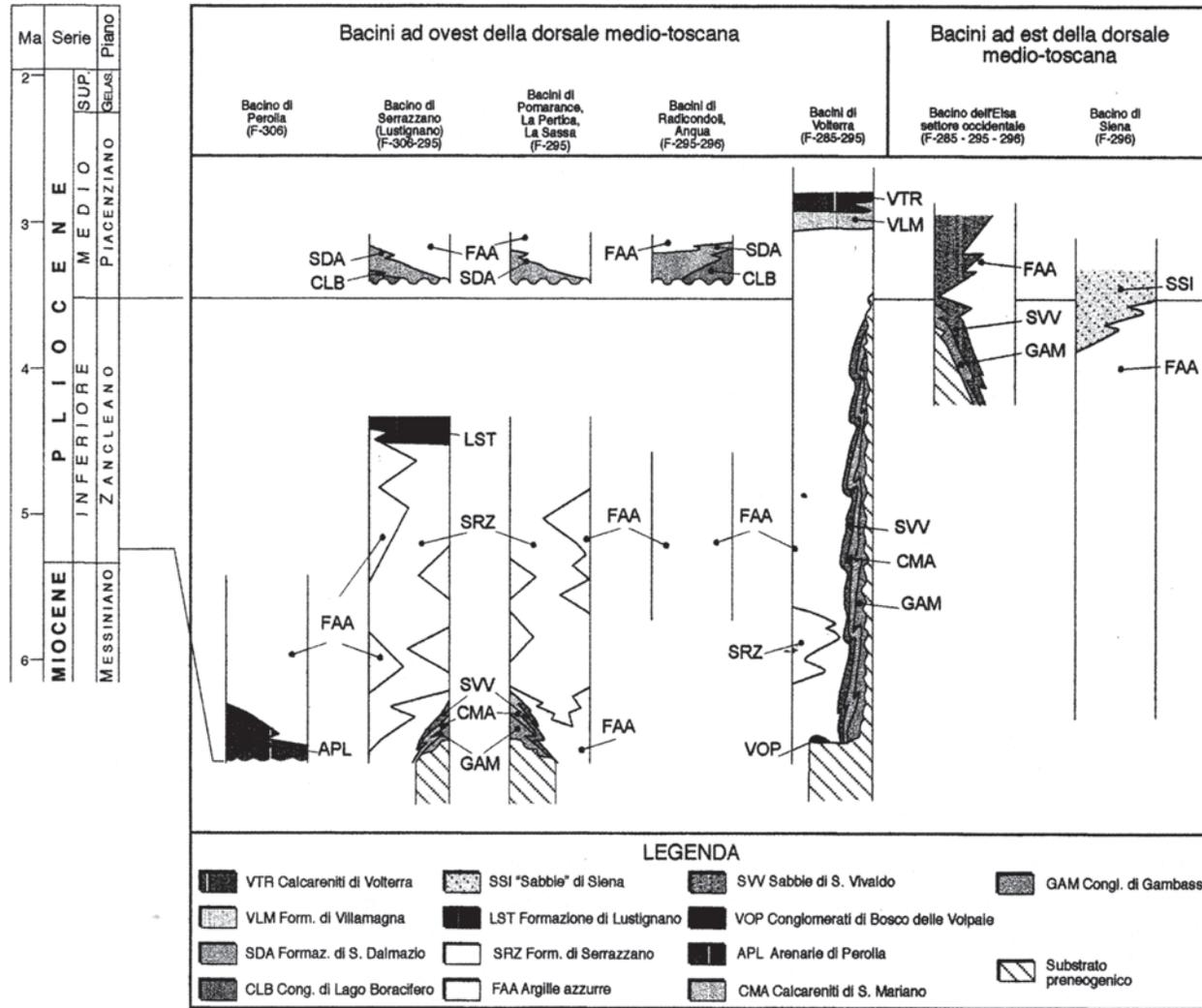
-  sabbie
-  sabbie argillose
-  argille
-  fossili

**Allegato B**





Allegato D



Schema dei rapporti stratigrafici delle varie formazioni plioceniche presenti nei principali bacini ad ovest e ad est della dorsale medio toscana (Fogli alla scala 1:50.000 285, 295, 296, 306). Le sezioni stratigrafiche di sintesi non sono rappresentative del reale spessore della successione sedimentaria.