PLATE VI

in Ghibaudo, G., Massari, F., and Chiambretti, I., 2019, Geology of the southern Tertiary Piedmont Basin: Journal of Mediterranean Earth Sciences, Vol. XI

CARTA GEOLOGICA DELLA PARTE MERIDIONALE DEL BACINO TERZIARIO PIEMONTESE

SCALA 1:75.000

0 1 km 2 3

N

Depositi gravitativi di versante indifferenziati.

a Depositi alluvionali recenti e attuali (a) e terrazzati (b).
b

ARGILLE AZZURRE (AA)

AA Marne grigio-azzurre omogenee. **Zancleano (MP11-MP14a).**

GRUPPO DELLA GESSOSO-SOLFIFERA

CONGLOMERATO DI CASSANO SPINOLA (CS)

CS CS_1, CS_2 Nella località tipo: prevalenti conglomerati a strati spessi (CS_1) intercalati e sedimenti fini (CS_2) con faune salmastre. Nell'area di Acqui Terme: alternanze di livelli arenacei e pelitici con faune dulcicolo-salmastre e corpi arenaceo-conglomeratici lenticolari. **Messiniano superiore.**

COMPLESSO CAOTICO DI VALLE VERSA INDIFFERENZIATO (VV)

VV Accumulo caotico, localmente entro profonde depressioni erosive, con blocchi di gesso selenitico (**Ge**), dolomie e calcari dolomitici vacuolari, calcari micritici a *Lucina* e grandi zolle di Marna di Sant'Agata Fossili e Formazione di Cessole. **Messiniano-superiore.**
Ge

MARNA DI S. AGATA FOSSILI (SAF)

SAF Marne emipelagiche omogenee, Laminiti alla base (livello mettrico) e nella parte sommitale. **Tortoniano p.p.- Messiniano inferiore (MNN9-MNN11).** Comprende corpi di risedimenti:

CONGLOMERATO DI SANT'ALOSIO (SA)

SA SA_1, SA_2 Risedimenti confinati entro profonda depressione erosiva, comprendenti tre corpi lenticolari di conglomerati (SA_1), associati ad arenarie e livelli caotici a blocchi di biolititi e biocalcareniti (SA_2). **Messiniano inferiore**.

CONGLOMERATO DI VILLA MONTI (VM)

VM Arenarie e conglomerati in strati spessi (**Stazzano**). L'unità presenta una geometria lenticolare. **Tortoniano p.p.**

CONGLOMERATO DI ORSARA BORMIDA (OB)

OB Biocalcareniti e biocalciruditi riccamente fossilifere, in strati spessi, articolati in tre corpi minori separati da marne diatomitiche e arenarie spongolitiche, alla base: grossi blocchi di biocalciruditi e intraclasti marnosi e diatomitici. **Tortoniano p.p. (MNN10).**

FORMAZIONE DI MALVINO

La formazione è costituita da una massa di fondo costituita da due membri in eteropia laterale - **Tortoniano p.p.:**

ARENARIA DI MALVINO (MI)

MI Arenarie e siltiti bioturbate con gasteropodi, bivalvi, echinidi, coralli e resti vegetali, con *slump scars* coalescenti al tetto (presso S. Alosio). Passa nell'area di Vargia a:

ARENARIA E PELITE DI MASSERIA BOSCHETTO (MBo)

MBo Arenarie torbiditiche fini in strati medi alternate a peliti. Comprendono tre corpi canalizzati di conglomerati a matrice arenacea risedimentati, a strati spessi, confinati in un semi-graben delimitato ad E dalla faglia di Vargo.

MBa **CONGLOMERATO DI MASSERIA BAIARDO** (MBa), **CONGLOMERATO DI BOCCA D'ASINO** (BA) contenente rodoliti e localm abbondante macrofauna di piattaforma, **CONGLOMERATO DI VARGO** (Vr).
BA
Vr

COMPLESSO CAOTICO DI ROCCA GRIMALDA (RG)

RG RG_1, RG_2, RG_m, RG_{m} Accumulo gravitativo caotico spesso fino a 150 m, con contatto basale erosivo. Massa di fondo arenaceo-pelitica (RG_1) con clasti di dimensioni variabili; olistoliti prevalentemente di Arenaria di Serravalle (RG_2), subordinatamente della Formazione di Cessole e della Litozona silicea di Monasavo. A tetto dell'unità olistoliti di maggiori dimensioni. Verso O il contatto diventa comprende una zolla plurichilometrica rucidata, formata da Siltite di Gavi nella parte inferiore (RG_m) e da Arenaria di Serravalle nella parte superiore (RG_{m}). **Tortoniano inferiore.**

ARENARIA DI SERRAVALLE (Sv)

Sv Base netta marcata da *firm ground* e da areniti bioclastiche grossolane passanti ad areniti ibride da fini a molto grossolane con abbondanti bioclasti (bivalvi dominanti), arenarie conglomeratiche, conglomerati e siltiti. In Val Borbera: nella parte inferiore e intermedia un gruppo di strati di arenarie a laminazione planare o *hummocky* e siltiti bioturbate, con rare intercalazioni di *sand waves*; nella parte superiore, corpo a base erosiva di arenarie risedimentate in strati spessi (Costa della Bolla). Nell'area Arpo (Valle Scrivia): nella parte inferiore *sand waves* sia isolate (*form sets*), sia formanti corpi complessi (cosets), alternate a siltiti bioturbate e in associazione con strati arenacei gradati o con laminazione planare o *hummocky*; nella parte superiore prevalenza di cosets. Ad ovest, fino alla valle del T. Orba: nella parte inferiore prevalenti strati spessi di arenarie risedimentate gradate, localmente conglomeratiche, con gross intraclasti pelitici e rare intercalazioni di *sand waves*; nella parte superiore prevalenti *sand waves* alternate a siltiti bioturbate. **Serravalliano (MNN5b p.p. - MNN7 p.p.).**

FORMAZIONE DI MURAZZANO (Mz)

LINGUA DI BORGOMALE (Mz1)

Mz1 Cuneo della Formazione di Murazzano, con chiusura verso NE entro la Formazione di Cassinasco, formato da marne omogenee bioturbate a stratificazione indistinta con rare intercalazioni di arenarie fini torbiditiche in strati sottili. **Serravalliano (MNN5b – ? MNN7 p.p.).**

LITOZONA SILICEA DI MARCHESINI (LS3)

LS3 Alternanze ritmiche di siltiti laminate e marne silicee. **Serravalliano (MNN5b).**

FORMAZIONE DI CASSINASCO (Ca)

Ca Arenarie torbiditiche in corpi tabulari potenti fino ad alcune decine di metri di strati spessi, separati da spessori variabili di alternanze arenaceo-pelitiche in strati medi e spessi. Geometria cuneiforme con assottigliamento verso ENE e massimo spessore a OSQ (non meno di 3 Km). L'unità presenta rapporti di onlap con il cuneo della Formazione di Cessole e si interdigita con la Lingua di Borgomale. Verso ENE l'unità si suddivide in:

Membro di Montebone (Ca-LMt) = Lingua di Bubbio (Ca-LBi). Tra le valli Bormida e Orba una lente torbiditica (**Arenaria di S. Sebastiano** o Arb3), non-equivalente della Lingua di Bubbio, è presente nella parte basale dell'unità. **Langhiano inferiore -Tortoniano inferiore (MNN4b p.p.– MNN5).**

FORMAZIONE DI CESSOLE

Cuneo sedimentario che si assottiglia verso O fino a chiusura presso Vesime. Ad E della Valle Scrivia rapporti basali di onlap e discordanza angolare con le formazioni di Cortemilia, Pratolungo e Ricchetta, e assottigliamento fino a poche decine di metri in prossimità della Linea Villalvernia-Varzi. Comprende un membro inferiore (Pelite e Arenaria di Monsasco) e un membro superiore (Siltite di Gavi) in rapporti di eteropia sia verticale che laterale. **Langhiano medio-superiore (MNN 5a p.p.– MNN 5b p.p.).**

SILTITE DI GAVI (Ga)

Ga Ad O della Valle Scrivia, alternanze di siltiti e arenarie fini bioturbate e marne siltose biancastre in strati medi e sottili a stratificazione mal distinta, con echinidi, pteropodi e sparsi bivalvi. Ad E della Valle Scrivia Funziti è discordante sul substrato e presenta un lag trasgressivo basale cui seguono arenarie con laminazione *hummocky* e planare (~ 20 m) passanti a siltiti con intercalazioni di strati da medi a spessi di arenarie fini a medie, gradati ed laminati, con abbondanti resti vegetali.

PELITE E ARENARIA DI MORSASCO (Ms)

Ms Alternanze di arenarie torbiditiche fini o siltiti e peliti delicatamente bioturbate. Gli strati di arenaria, 3-30 cm, di colore giallastro, gradati e laminati, e con stimling ripples al tetto, contengono minuti bioclasti e abbondanti frustoli vegetali. Le pelli, spesse 10-30 cm, grigio scure, contengono bivalvi a guscio sottile e pteropodi. Ad O, verso la chiusura del cuneo della Fm di Cessole: intervalli plurimetrici di torbiditi arenacee in strati spessi e medi.

LS2a
LS2b
LS2 LS2b1
LS2b2

LITOZONA SILICEA DEL T. LEMME (LS2)

Livello guida regionale, esteso dalla Valle Bormida di Millesimo fino alla Valle Scrivia dove è troncato dalla discordanza pre-Langhiana. Massimo spessore in val Lemme con graduale assottigliamento verso O. Nell'area orientale intervalli di 2-6 m formati da siltiti competenti spesse 5-20 cm in parte silicizzate, con *Bathysiphon*, ostidi e pteropodi, e interstrati di peliti bioturbate grige, alternano con intervalli di areniti torbiditiche fini-molto fini, bioclastiche, in strati da sottili a spessi, con base netta, laminazione da planare a *hummocky* e locali clasti intraformazionali. Nell'area di Arpo (Valle Scrivia): nella parte inferiore *sand waves* sia isolate (*form sets*), sia formanti corpi complessi (cosets), alternate a siltiti bioturbate e in associazione con strati arenacei gradati o con laminazione planare o *hummocky*; nella parte superiore prevalenza di cosets. Ad ovest, fino alla valle del T. Orba: nella parte inferiore prevalenti strati spessi di arenarie risedimentate gradate, localmente conglomeratiche, con gross intraclasti pelitici e rare intercalazioni di *sand waves*; nella parte superiore prevalenti *sand waves* alternate a siltiti bioturbate. **Serravalliano (MNN5b p.p. - MNN7 p.p.).**

Co

FORMAZIONE DI CORTEMILIA (Co)

Alternanze di arenarie torbiditiche e peliti in strati medi e spessi. In Valle Bormida di Millesimo corpi sabbiosi tabulari spessi da qualche metro ad alcune decine di metri, separati da intervalli di spessore variabile di torbiditi arenaceo-pelitiche in strati medi e sottili, passanti verso l'alto ad arenarie in strati spessi e molto spessi, o amalgamati. Nelle Valli Lemme e Scrivia, alternanze regolari di torbiditi bacinali e livelli emipelagici. **Burdigaliano medio e superiore (MNN 3a p.p.– MNN 4a).**

Se
Gs
RT2
RT1
CZ
BT
Pt
Ve

FORMAZIONE DI SEROLE (Se)

Alternanze monotone di arenarie fini torbiditiche con spessore medio di 5-20 cm e peliti. Localmente, nella parte inferiore, alternanze di siltiti torbiditiche con spessore medio di 3-10 cm e peliti. Rare intercalazioni di emipelagiti marnoso-calcaree di spessore decimetrico. **Burdigaliano medio (MNN3a p.p.–MNN3b p.p.).**
La formazione comprende alcuni corpi torbiditici a geometria da tabulariforme a nettamente lenticolare, formati da alternanze di arenarie e peliti. Tra questi: **ARENARIA DI CASTELLETTO UZZONE (Ct), ARENARIA DI GOTTASECCA** (Gs), **ARENARIA SUPERIORE** (RT2) e **INFERIORE** (RT1) **DEL RIO DELLA TORRE, ARENARIA DI C. ZABOCCI** (CZ), **ARENARIA DI BRIC TORRIONE** (BT), **ARENARIA DI PIANTIVELLO** (Pt), **ARENARIA DI VIGNAZZE** (Ve).

Pl

FORMAZIONE DI PRATOLUNGO (Pl)

Unità cuneiforme estesa dalla Valle Callegna fino alla Valle Scrivia, dove è troncata dalla discordanza pre-Langhiana. Massimo spessore (alcune centinaia di metri) ad E, e rapido assottigliamento, fino a 10-20 m, verso O. È formata in prevalenza da marne e calcari marnosi emipelagici bioturbati, interstratificati inferiormente (area tra la valle Cagliona e Cavatore, e tra Lerma e Vignole Borbera) con fini areniti o siltiti glauconitiche risedimentate ricche di foraminiferi planctonici; in associazione locale, dove l'unità è più spessa, subordinate peliti torbiditiche con rare sottile areniti e medie di arenarie fini quarzose. **Burdigaliano medio (MNN3a p.p. - MNN3b p.p.).**
Comprende sequenti membri:

CM

ARENARIA DI COSTA MONTADA (CM)

Membro torbiditiche formato da arenarie fini torbiditiche in strati medi e spessi, amalgamati o con sottili interstrati pelitici. **Burdigaliano medio (MNN3a p.p.).**

GV

GLAUCONIA DI VISONE (GV)

Biocalcareniti fini ibride e bioturbate a glauconia e glauconariti fini passanti verso l'alto a siltiti; l'unità è esclusiva dell'area di Acqui Terme-Visone, dove è sede di giacimenti di fossili (abbondanti foraminiferi planctonici) comunemente glauconitizzati. L'unità è correlabile con la Glauconia di Lerma. **Burdigaliano medio (MNN3a p.p.).**

GL

GLAUCONIA DI LERMA (GL)

Unità estesa dalla Valle del T. Visone alla Valle del T. Borbera dove è troncata dalla discordanza pre-Langhiana. Locale discordanza angolare alla base. Glauconariti bioturbate da medio-grossolane a fini; con *firm ground* basale ricoperto da lag con clasti di marne e di rocce del basamento e dentti di seilaci. **Burdigaliano medio (MNN3a p.p.).**

MC

FORMAZIONE DI MONTECHIARO D'ACQUI (MC)

Presente nella Langa, dove il contatto superiore è comprensivo di una discordanza angolare alla base del Calcare di Visone e della Glauconia di Lerma, e a NE della Valle Scrivia dove è troncato dalla discordanza pre-Langhiana. Consiste di alternanze di: 1) intervalli di 2-10 m formati da arenarie competenti bioturbate da medie a molto fini, in strati per lo più di 2-6 cm, rosso-brune per alterazione, con base e tetto netti, laminazione da planare a *hummocky* e locali clasti intraformazionali (**MC1,2**); 2) corpi a geometria da lenticolare a cuneiforme formati da arenarie e conglomerati risedimentati associati ad una significativa componente biodetritica (rodoliti, bivalvi, echinoidi, briozoi, macroforaminiferi) e localmente a paracongiomerati, livelli caotici, olistoliti e slumps: **ARENARIA DEC. MAZZURRINI** (**Ma**) corpo cuneiforme delimitato a NE dalla faglia sinsedimentaria di Pian del Burn, con due livelli carbonatici caotici da frana sottomarina (**Ma1**), **ARENARIA DI CHIAPPINO** (**Cp**), **ARENARIA DI ROCCA CROVAGLIA** (**RC**). **Burdigaliano inferiore (MNN2b p.p.).**

MC RC2
Cl
RCl
Ma Ma1
Cp
RC

1) unità torbiditiche costituite da alternanze di arenarie e peliti in strati da spessi o molto spessi a sottili: **ARENARIA SUPERIORE DEL RIO DELLA CHIESA** (**RC2**), con un debrite *flow* spesso fino a 4m nella parte bassa, **ARENARIA DI C. CIAPPELLANO** (**Cl**), **ARENARIA INFERIORE DEL RIO DELLA CHIESA** (**RC1**). **Burdigaliano inferiore (MNN2b p.p.).**

2) corpi a geometria da lenticolare a cuneiforme formati da arenarie e conglomerati risedimentati associati ad una significativa componente biodetritica (rodoliti, bivalvi, echinoidi, briozoi, macroforaminiferi) e localmente a paracongiomerati, livelli caotici, olistoliti e slumps: **ARENARIA DEC. MAZZURRINI** (**Ma**) corpo cuneiforme delimitato a NE dalla faglia sinsedimentaria di Pian del Burn, con due livelli carbonatici caotici da frana sottomarina (**Ma1**), **ARENARIA DI CHIAPPINO** (**Cp**), **ARENARIA DI ROCCA CROVAGLIA** (**RC**). **Burdigaliano inferiore (MNN2b p.p.).**

MC Me1,2
Pb
Pg1, Pg2
Cl
Ts
Cl
Car
GRC

3) Unità minori di biocalcareniti e biocalciruditi risedimentate con alghe corallinacee, echinoidi, bivalvi: **CALCARENITE DI C. MEVE** (**Ms**) (due strati (**Ms1** e **Ms2**)), **CALCARENITE DI PIAN BRUNO** (**Pb**), **CALCARENITE** (**Pg1**) e **GLAUCARENITE** (**Pg2**) **DI C. POGGI** ; **CALCARENITE DI CIANAZZO** (**Ct**), **CALCARENITE DI C. DEL TASSO** (**Ts**), **CALCARENITE DI RIO CALIGNOA** (**Cl**). **Burdigaliano inferiore (MNN2a p.p.).**

4) Unità lenticolare formata da arenarie bioturbate di *delta front* con laminazione planare e *hummocky* organizzate in parasequenze *thickening-and-coarsening-upwards*: **ARENARIA DI CARROSIO** (**Car**). **Burdigaliano inferiore (MNN2b p.p.).**

5) Livello di marne siltose emipelagiche glauconitiche intensamente bioturbate: **GLAUCONIA DEL RIO DELLA CHIESA** (GRC) - **Aquitaniano-sommitale?**

Vi

CALCARE DI VISONE (Vi)

Esclusivo dell'area di Acqui Terme-Visone dove è spesso > 22m; verso S, E ed O diminuisce di potenza fino a scomparire. Poggia in discordanza angolare (con ampia lacuna) sul substrato ed è formato da biocalcareniti e biocalciruditi ricamente fossilifere (macroforaminiferi, alghe corallinacee, echinoidi, bivalvi, balanidi, briozoi, serpulidi). Una discontinuità erosiva al suo interno separa una sotto-unità inferiore con associazione ad *Operculina* da una sotto-unità superiore con associazione ad *Amphistegina* e *Miogypsina*. **Burdigaliano inferiore (MNN2b).**

LS1

LITOZONA SILICEA DI MONTECHIARO D'ACQUI (LS1)

Orizzonte guida esteso regionalmente, salvo tra le valli Callegna e Lemme dove è eliso dalla discordanza alla base del Calcare di Visone e della Glauconia di Lerma, e a NE della Valle Scrivia dove è troncato dalla discordanza pre-Langhiana. Consiste di alternanze di: 1) intervalli di 2-10 m formati da arenarie competenti bioturbate da medie a molto fini, in strati per lo più di 2-6 cm, rosso-brune per alterazione, con base e tetto netti, laminazione da planare a *hummocky* e locali clasti intraformazionali; 2) intervalli marnosi omogenei di 2-6 m. L'unità passa lateralmente a marne omogenee alla testata del Rio della Rocchetta (ad ONO di Spigno Monferrato) (LS1d), e presenta un aspetto più calcareo alla testata del Rio Ovrano. Al Molino d'Ovrano, alla base, biocalcareniti glauconitiche risedimentate in strati medi e spessi (LS1c). A SO di San Massimo l'unità è suddivisa in: **Litozona Silicea di Bric Barazzone** (LS1d), **Litozona Silicea di C. Renari** (LS1b) e **Litozona Silicea di Bric Mombarone** (LS1a), separate da intervalli di marne omogenee di Novello (LS1a), della Formazione di Poggio (LS1b) e della Formazione di Scaletta Uzzone (LS1c). **Aquitaniano (MNN1c– MNN1d p.p.).**

SU

FORMAZIONE DI SCALETTA UZZONE (SU)

Arenarie torbiditiche, arenarie conglomeratiche e ed conglomerati in strati da spessi ad amalgamati o separati da sottili livelli pelitici. Locali intercalazioni di alternanze di arenarie e peliti in strati spessi e medi. **Aquitaniano medio (MNN1d p.p.).**

Po

FORMAZIONE DI POGGIOLO (Po)

Alternanze torbiditiche arenaceo-pelitiche in strati da spessi a sottili. **Aquitaniano inferiore (MNN1d p.p.).**
La formazione comprende due membri:

RP

ARENARIA DEL RIO PORCAVIO (RP)

Arenarie torbiditiche in strati spessi e amalgamati localmente associate ad alternanze arenaceo-pelitiche in strati medi e spessi e a rari debriti ibrire e slumps pluimetrici; nella parte superiore, unità minori thinning- and fining-upwards.

Cr

ARENARIA DI C. CARLONI (Cr)

Unità blandamente lenticolare di alternanze torbiditiche in strati spessi e molto spessi, medi nella parte sopèriore.

Ra

FORMAZIONE DI ROCCHETTA (Ra)

Due depocentri principali separati nella Langhe, con spessori di oltre 1300 m, e nell'area di Borbera-Grue, con spessori di 1000 m. Nella Langhe dall'area di Murazzano, dove l'unità è spessa poche centinaia di metri, verso O e NO. L'unità è troncata a tetto dalla discordanza angolare alla base del Calcare di Visone e della Glauconia di Lerma nell'Alto Monferrato e dalla discordanza angolare pre-Langhiana nell'area Borbera-Grue. In quest'ultima l'unità comprende le formazioni di Monastero (auct.) e di Rigoroso (auct.). L'unità consiste di pelti emipelagiche bioturbate dominanti alternate ad arenarie fini e siltiti torbiditiche in strati sottili e medi; e comprende corpi torbiditici arenacei e conglomeratici in strati da spessi a molto spessi, amalgamati o separati da sottili livelli pelitici, a geometria da tabulare a lenticolare, con rapporto larghezza/spessore decrescente verso Tallo. La formazione nel suo complesso presenta una tendenza *fining upwards*, con la parte superiore formata da marne emipelagiche dominanti, contenenti livelli cineritici particolarmente nell'Alto Monferrato e nell'area Borbera-Grue. Nell'Alto Monferrato orientale e nell'area Borbera–Grue la base dell'unità è rappresentata da uno *slump scar* composito (glucinbiometrico (*slump scar* di Sottovalle) che elida impulsivamente verso la sottostante Fm di Molare. **Rupeliano medio sommitale-Cattiano (MNP23 p.p.–MNN1 p.p.).**
Dei corpi torbiditici presenti vengono descritti solo quelli di maggiori dimensioni e più significativi:

SUCCESSIONI EPILIGURI NON CARTOGRAFATE
Rocca Grimalda
Capriata d'Orba
Castelletto d'Orba
Silvano d'Orba
Ovada
Tagliolo Monferrato
Mornese
Molare
Cremolino
Trisobbio
Prasco
Carpeneto
Montaldeo
Cassinelle
Fraconalto
Parodi Ligure
Carrosio
Voltaggio
Gavi
Francavilla Bisio
Pozzolo Formigaro
Basaluzzo
Serravalle Scrivia
Novi Ligure
Pasturana
Cabella Ligure
Dernice
Fabbrica Curone
Monleale
Sarezzano
Tortona
Castelnuovo Scrivia
Alessandria
Spinetta Marengo
Bosco Marengo
Frugarolo
Carbonara Scrivia
Villalvernia
Casalnoceto
Guazzora
Rivalta Scrivia
Viguzzolo
Garbagna
Montemarzino
Volpedo
Arquata Scrivia
Costa Vescovato
Borghetto di Borbera
Vignole Borbera
Stazzano
Cassano Spinola
Pozzolo Tortonese
Avolasca
Momperone
Brignano-Frascata
Sarezzano
Castellania
Rivarone
Fresonara
Frugarolo
Bosco Marengo
Spinetta Marengo
Alessandria
Castelnuovo Scrivia
Tortona
Sale