



Interreg
ALCOTRA
Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale



Progetto n. 376 Interreg V France-Italie (ALCOTRA) 2014 – 2020

Sentiero Botanico di Sospel



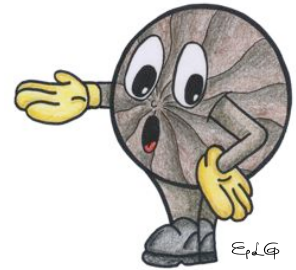
L'ambiente naturale

All'imbocco del sentiero lungo la dipartimentale per Sospel (località Pont du Cai) sono osservabili habitat vegetali fortemente condizionati dalla natura e conformazione delle bancate rocciose che affiorano nel versante: sono comunità pioniere xerofile dominate da piante annuali e succulente come *Sempervivum* spp., con locali intercalazioni di arbusti di bosso (*Buxus sempervirens*) e ginepro rosso (*Juniperus oxycedrus*).

Più in generale la zona si caratterizza per la presenza di arbusti della macchia mediterranea, come l'alaterno (*Rhamnus alaternus*), e un "sottobosco" ricco di pungitopo (*Ruscus aculeatus*), specie che gode della seppur scarsa ombreggiatura fornita da questi piccoli alberi.

Il sentiero supera un rio laterale caratterizzato da un alneto ad ontano nero (*Alnus glutinosa*) e da un sottobosco di carici (*Carex pendula*), costeggia per un tratto una zona golenale del torrente principale dove ha potuto svilupparsi un bosco ripariale ad ontani neri e carpini neri (*Ostrya carpinifolia*), risale poi il versante attraversando prima un bosco di roverella (*Quercus pubescens*) e quindi una ricca vegetazione arbustiva dominata dalla ginestra di Spagna (*Spartium junceum*), da cisti (*Cistus albidus*) e vetusti individui di ginepri rossi e ginepri fenici (*Juniperus phoenicea*) spesso arborescenti.

Dall'alto la visione della caratteristica forra del T. Bevera è spettacolare, ma è anche interessante notare la convivenza fra il pino marittimo (*Pinus pinaster*) che colonizza microaree più umide e il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) che gradisce le rupi soleggiate. Altrettanto interessante è rilevare la presenza, sui ripidi versanti che si affacciano sull'alveo incassato, di apprezzabili estensioni di terrazzamenti, al tempo caparbiamente messi in opera dall'uomo per ricavarne prodotti di sostentamento.



Inizio del Sentiero Botanico.





Interreg

ALCOTRA

Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale



UNIONE EUROPEA

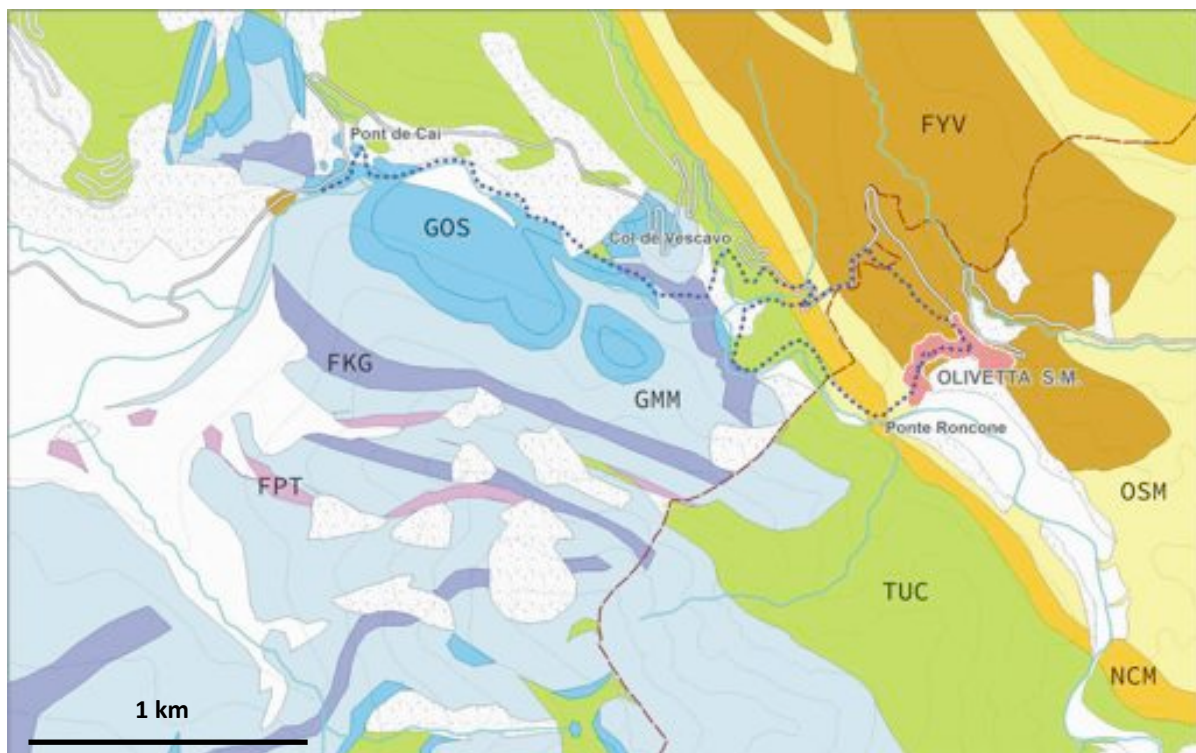
Progetto n. 376 Interreg V France-Italiae (ALCOTRA) 2014 – 2020

Sentiero Botanico di Sospel



L'itinerario consente di osservare un'eccellente esposizione di rocce sedimentarie sia mesozoiche (piuttosto inconsuete) sia eoceniche che caratterizzano la grande sinclinale di Olivetta San Michele. Ulteriori aspetti di interesse sono le profonde gole incise nelle rocce calcaree, le piccole cascate e la presenza degli antichi cippi che marcavano il confine Italia-Francia.

La successione stratigrafica affiorante in questo segmento della Valle della Bevera è formata (vedi carta geologica e relativa legenda) dai seguenti tipi di rocce sedimentarie (dalle più antiche alle più recenti):



Carta geologica dell'area interessata dell'itinerario (modificata da Interreg IIIA Alcotra 2000-2006, Eurobassin).

FKG - marne, dolomie, calcari dolomitici e calcari (Triassico superiore - Giurassico medio, circa 208-166 milioni di anni).

GMM - dolomie, calcari dolomitici e calcari localmente ricchi in macrofossili (Giurassico superiore, circa 157-145 milioni di anni).

GOS - calcari marnosi, marne, arenarie glauconitiche, hardground con mineralizzazioni ferrose e fosfatice (Cretacico inferiore - superiore, circa 139-100 milioni di anni).

TUC - marne e calcari marnosi (Cretacico superiore, circa 100-66 milioni di anni).

NCM - calciruditi e calcareniti riccamente fossilifere (Eocene medio: 47,8 - 37,8 milioni di anni).

OSM - marne e marne siltose (Eocene medio: 47,8 - 37,8 milioni di anni).

FYV - torbiditi pelitico-arenacee silicoclastiche (Eocene medio - superiore: 41,2 - 33,9 milioni di anni) ossia depositi derivanti da masse fluide di acqua e sedimento in sospensione, che, essendo più dense dell'acqua circostante, scorrono velocemente sul fondale marino.



Sentiero Botanico di Sospel



STOP 1 - All'imbocco del Sentiero Botanico.

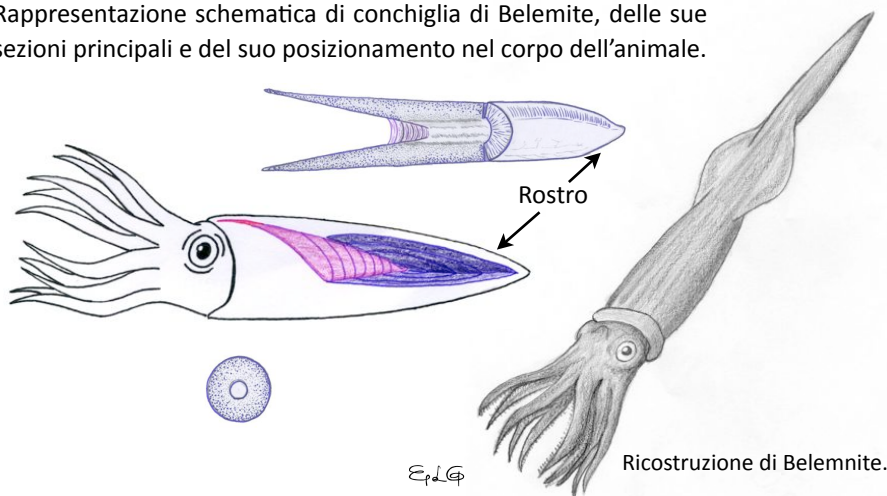
In questi primi metri del sentiero possiamo osservare tre aspetti geologici (Punti 1a, 1b e 1c) decisamente interessanti, due dei quali (1b e 1c) piuttosto rari da osservare, affioranti in rapida successione, in quanto facenti parte di una unica serie litostratigrafica (successione di rocce sovrapposte durante la loro genesi) che documenta l'evoluzione di un antico bacino marino.

Punto 1a

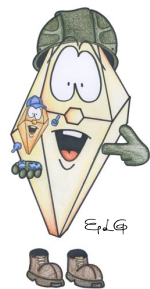
Possiamo osservare una successione di spessi strati di calcari marnosi grigiastri con fossili relativamente abbondanti (GOS), tra cui si possono riconoscere con una certa facilità i rostri di Belemnite. Si tratta di antichi (circa 139-100 milioni di anni) sedimenti depositi sul profondo fondale di un mare tropicale, nel quale viveva una fauna abbondante e diversificata. Tra gli animali più caratteristici che vi vivevano ci sono sicuramente le Belemniti, Molluschi Cefalopodi simili agli attuali calamari e seppie. Erano organismi natanti e predatori attivi, dotati di conchiglia interna a forma di sigaro con funzioni di sostegno; di questa conchiglia in genere fossilizza solo la parte più robusta detta "rostro". Le Belemniti compaiono nel Permiano, hanno la massima diffusione nel Giurassico-Cretacico e si estinguono alla fine del Cretacico.



Rappresentazione schematica di conchiglia di Belemnite, delle sue sezioni principali e del suo posizionamento nel corpo dell'animale.



Punto 1b



Al tetto della successione calcareo-marnosa appena osservata si trova uno strato, dello spessore di circa 30 cm, formato da un conglomerato mal classato a clasti carbonatici, legati da una matrice arenacea ricca di granuli di glauconite e subordinatamente di calcite e quarzo. Questo orizzonte è caratterizzato dalla presenza di resti fosfatizzati di Ammoniti e Belemniti. Lo strato è chiuso, verso l'alto, da una superficie piuttosto netta ed ondulata, marcata da una sottile fascia di calcite microcristallina caratterizzata da una struttura zonata a bande alternate di colore diverso (subparallela alla superficie di stratificazione). Inoltre, è presente una crosta discontinua costituita da ossidi e/o idrossidi di ferro facilmente riconoscibili per il color ruggine e l'aspetto terroso. Su questa superficie si osserva una concentrazione di granuli di

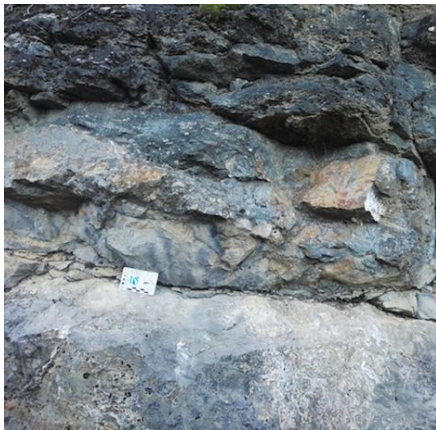


Interreg
ALCOTRA
Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale

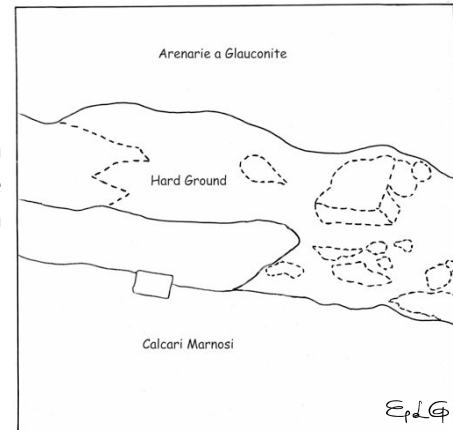


Progetto n. 376 Interreg V France-Italie (ALCOTRA) 2014 – 2020

Sentiero Botanico di Sospel



La successione sedimentaria con l'hardground (a sinistra) e rappresentazione schematica delle unità litologiche presenti (a destra).



quarzo. Questo insieme (strato + superficie) viene definito "hardground" e rappresenta un caratteristico deposito indurito, che si forma in ambiente marino relativamente profondo (piattaforma esterna - ciglio della scarpata) durante lunghi periodi di interruzione della sedimentazione. In queste condizioni si assiste alla rielaborazione, senza movimentazione, dei sedimenti precedentemente deposti (il conglomerato) e ad un importante arricchimento degli stessi in idrossidi di ferro e fosfati; al tetto del livello sedimentario così generatosi si forma una superficie indurita (la superficie). Spesso, come nel nostro caso, si possono trovare resti fossili mineralizzati in fosfati sia nel conglomerato sia sulla superficie.



Gusci di Ammoniti (a destra) e rostri di Belemniti (a sinistra) fosfatizzati.



Ossidi e idrossidi di ferro caratteristici degli hardground sono minerali di aspetto da terroso a pulverulento, da giallo ocra a rosso mattone, definiti come "limonite", che in molti casi sono riferibili a miscele di più minerali. Il più comune e normalmente abbondante è un idrossido di ferro che prende il nome di goethite, ma spesso si accompagnano sia altri idrossidi di ferro sia solfati e, talvolta, ossidi come ematite o magnetite, entrambi importanti per l'estrazione del ferro. Generalmente la loro genesi è legata a processi di alterazione e trasformazione di altri minerali ricchi in ferro preesistenti. I fosfati presenti appartengono al gruppo delle apatiti e sono minerali di calcio e fosforo. In acqua di mare processi di mobilizzazione e riconcentrazione del fosforo, originariamente correlato alla componente organica in decomposizione, sono alla base del processo di fosfatizzazione, in seguito al quale si possono formare noduli di diversa natura "fosfatizzati".

Le apatiti sono una risorsa di primaria importanza per l'estrazione del fosforo usato nella produzione industriale di fertilizzanti.



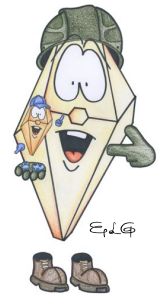
Sentiero Botanico di Sospel



Punto 1c

All'hardground appena osservato segue, per uno spessore di circa 15 metri, una successione di strati costituiti da arenarie verde-nerastre, caratterizzate dal fatto di essere composte prevalentemente da granuli di glauconite (chiamate glaucoareniti); subordinatamente sono presenti granuli di quarzo, calcite e mica. Si possono notare, inoltre, brandelli di fango carbonatico che rappresentano il risultato della rielaborazione di sottili strati di sedimento da parte delle correnti al fondo. Il contenuto fossile osservabile è essenzialmente costituito da rostri di Belemniti più o meno mineralizzati in fosfati o glauconite. In queste rocce sedimentarie è presente una fauna a foraminiferi (soprattutto planctonici) che ne ha permesso la datazione al Cretacico inferiore.

La glauconite è un fillosilicato ricco in ferro (fa parte del gruppo delle miche), che si forma in ambiente marino relativamente profondo (piattaforma esterna) quando si verificano condizioni ambientali caratterizzate da tassi di sedimentazione estremamente bassi e debolmente riducenti.



Le glaucoareniti.



Rostri di Belemnite nelle glaucoareniti.

STOP 2



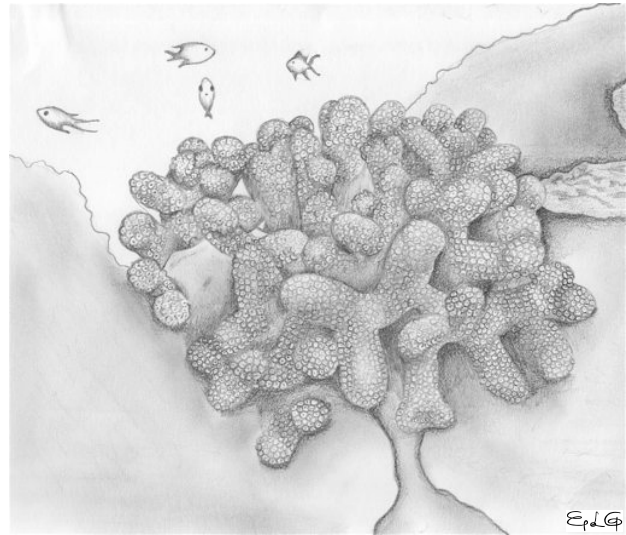
Superato il fondovalle, il sentiero inizia a risalire il versante e incontra, dopo circa 1,5 km, una serie di grandi blocchi di roccia franati dall'alto versante che, pur non essendo in posto, meritano una certa attenzione in quanto si tratta di una facies calcarea riccamente fossilifera, analoga a quella che si può osservare sul lungomare dei Balzi Rossi o a Col de Vescavo vicino alle strutture dell'acquedotto. Sono calcari chiari a grana fine, risultato della litificazione di fango carbonatico deposto su una grande piattaforma carbonatica intertropicale di età giurassica superiore, sulla quale vivevano una fauna ed una flora marina abbondante e diversificata (GMM). Qui sono evidenti e ben conservati i fossili di coralli coloniali e solitari.

I Coralli (Celeractinia, Scleractinia o Esacoralli) sono organismi esclusivamente marini di clima subtropicale-tropicale, comparsi nel Triassico medio e tuttora viventi. Sono animali carnivori sospensivori che vivono fissati al substrato e costruiscono un robusto scheletro calcareo, che vediamo qui fossilizzato. Molti coralli sono coloniali, stabiliscono un rapporto di simbiosi con alghe unicellulari e costruiscono la struttura portante dei reef dal Mesozoico sino ad oggi.

Sentiero Botanico di Sospel



Coralli coloniali ramosi e loro ricostruzione.



Questi organismi coloniali costruttori di reef hanno una controparte che, invece, vive in modo solitario, che può essere un elemento faunistico accessorio negli ambienti recifali, ma anche, non essendo legata alla simbiosi con alghe unicellulari, estendere la propria diffusione batimetrica ben al di sotto della zona di penetrazione della luce solare.



Coralli solitari e loro ricostruzione.



STOP 3 - "Ponte dei Sifoni".

La successione stratigrafica affiorante lungo il Sentiero Botanico attraversa, per un tratto relativamente lungo, rocce calcareo-marnose di età cretacea superiore (TUC), per poi passare alla successione di biocalciruditi (rocce carbonatiche costituite dall'accumulo di resti fossili nella classe delle ghiaie, dimensioni superiori a 2 mm) e biocalcareniti (rocce carbonatiche costituite dall'accumulo di resti fossili nella classe



Interreg
ALCOTRA
Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale



Progetto n. 376 Interreg V France-Italie (ALCOTRA) 2014 – 2020

Sentiero Botanico di Sospel



delle sabbie) di età eocenica (NCM); entrambi i litotipi affiorano in modo discontinuo lungo il sentiero, ma sono ben visibili lungo il taglio stradale in corrispondenza dello sbocco del Sentiero sulla SD93, poco a valle del “Ponte dei Sifoni” (opera di ingegneria idraulica, probabilmente del XVIII secolo, realizzata per consentire al canale dell’acquedotto che riforniva Olivetta prelevando acqua dal torrente Scuisse di superare un dislivello di circa 25 m con forti pendenze).

Tutta la successione stratigrafica affiorante da qui sino al confine presenta una stratificazione subverticale; chiaramente questa giacitura non è stata acquisita durante la sua formazione, ma in tempi del tutto successivi, quando i sedimenti erano ormai ben litificati ed è conseguenza del coinvolgimento di queste rocce nelle grandi pieghe che caratterizzano la geologia di questa regione.



Biocalciruditi a Macroforaminiferi.

Lungo questi tagli artificiali è possibile osservare una successione di rocce calcaree localmente molto ricche in fossili (NCM). Le facies prevalenti sono quelle caratterizzate formate da biocalciruditi ricche in Macroforaminiferi (grandi Nummuliti del genere *Nummulites*, come quelli visibili nella foto) alle quali si associano altre biocalciruditi molto ricche in coralli solitari e Molluschi (molto evidenti sono le Ostriche) o a piccole Nummuliti. A luoghi si possono osservare altri orizzonti carbonatici a granulometria decisamente più fine, caratterizzati dalla presenza di resti di vermi calcarei (*Policheti*, *Ditrupa*). Le faune fossili a Macroforaminiferi hanno permesso la datazione di queste rocce.

Tornando al Ponte dei Sifoni e superandolo procedendo verso monte si incontrano affioramenti di marne e marne siltose (OSM) che si depositarono al di sopra dei sedimenti carbonatici di cui si è appena detto. Si tratta di rocce poco appariscenti, grigiastre o bluastre, a grana fine, formate da fanghi misti calcarei e non calcarei (marne) con una più o meno abbondante frazione di limo (siltose). Presentano una stratificazione regolare, con strati di spessore da decimetrico a metrico. L’aspetto più caratteristico è forse dato dalla proprietà di suddividersi in sottili elementi prismatici, proprietà acquisita durante il loro coinvolgimento nella formazione delle grandi pieghe che interessano tutte le rocce sinora osservate. Questo aspetto viene citato in letteratura geologica come “clivaggio a matita” proprio perché genera superfici che scompongono la roccia in elementi prismatici allungati che ricordano la forma di una matita. Altrove questa suddivisione è più spaziata e grossolana e determina la formazione di elementi di forma ellissoidale, che ricordano le saponette.

Queste rocce sono state datate grazie ai microfossili (non visibili ad occhio nudo o con una lente) che contengono e riflettono una sedimentazione di mare aperto e profondo.



Le marne siltose.





Interreg

ALCOTRA

Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale



Progetto n. 376 Interreg V France-Italie (ALCOTRA) 2014 – 2020

Sentiero Botanico di Sospel



STOP 4 - Confine Italia-Francia.



Abbandonata la strada dipartimentale si scende sino all'opera di presa del canale che si diparte dal torrente Bevera e si prosegue lungo il canale stesso sino a raggiungere Olivetta San Michele (senza incontrare rilevanti aspetti geologici) dove si imbecca il sentiero che conduce al posto di confine.

Lungo il sentiero, ma soprattutto presso la frontiera affiora una bella esposizione delle torbiditi pelitico-arenacee silicoclastiche (FYV); questo è l'insieme di rocce più recente di questo settore, datato grazie alla presenza di fossili di organismi microscopici (osservabili esclusivamente al microscopio). Si tratta di sedimenti, ora litificati, depositi a seguito di ripetuti flussi di torbiditi (masse fluide costituite da una miscela di acqua e sedimento, che scorrono velocemente sul

fondale marino dopo essere state miscelate da violenti "scossoni" subiti dal fondale stesso) costituite prevalentemente da sabbie e limi non carbonatici. Questo tipo di deposizione è frequente in bacini sedimentari coinvolti in eventi tettonici in grado di generare eventi sismici, che forniscono l'energia necessaria per avviare il processo poi controllato dalla gravità.

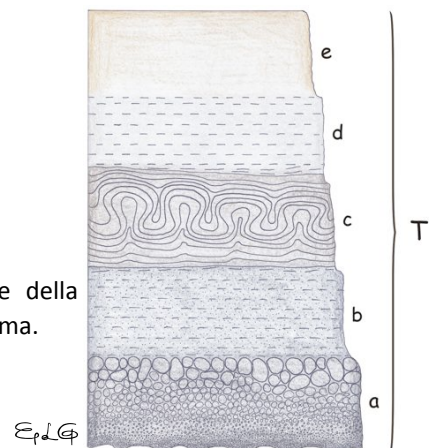
Ogni evento deposizionale genera un singolo strato (strato di torbida) che va a deporsi sul fondale erodendo i sedimenti già presenti; normalmente si hanno numerosi strati di torbida sovrapposti, ognuno dei quali erode il sottostante in modo più o meno marcato. Un aspetto caratteristico di questi strati è quello di avere una articolata architettura interna determinata da diverse strutture sedimentarie, che prende il nome di Sequenza di Bouma dal nome del geologo che per primo la descrisse studiando degli affioramenti poco distanti da qui, a Peira Cava (Lucéram, Dipartimento delle Alpes-Maritimes).

La Sequenza di Bouma, che è presente in ogni singolo strato di torbida (T) in modo più o meno completo, prevede cinque intervalli sovrapposti (dal basso all'alto): gradato (a: ghiaie e/o sabbie grosse i cui clasti sono distribuiti dal più fine al più grossolano dal basso all'alto), laminato pian parallelo (b: sabbie da medie a fini i cui clasti sono spalmati su superfici piane e tra loro parallele), laminato convoluto o inclinato (c: sabbie fini e silt grossolani i cui clasti sono distribuiti lungo piani che formano pieghe più o meno serrate o spalmati su superfici inclinate tra loro parallele), laminato pian parallelo (d: silt da medi a fini distribuiti su superfici piane e tra loro parallele), omogeneo (e: silt finissimi e argille senza organizzazioni preferenziali).



Il Flysch di Ventimiglia.

Schematizzazione della Sequenza di Bouma.





Interreg

ALCOTRA

Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale



UNIONE EUROPEA
UNIONE EUROPEA

Progetto n. 376 Interreg V France-Italie (ALCOTRA) 2014 – 2020

Sentiero Botanico di Sospel



Un commento merita il termine “flysch”: esso derivato dalla parlata della Svizzera tedesca e indica un pendio scivoloso; in geologia viene usato per definire i depositi sedimentari che si accumulano per correnti di torbida nelle fosse di subduzione o in bacini legati ad una catena (orogene) in corso di emersione.

In questo itinerario abbiamo visto come evolve nel tempo la grande piattaforma carbonatica mesozoica che avevamo iniziato a conoscere con l’itinerario del Grammondo e che qui abbiamo nuovamente incontrato, anche se solo per un brevissimo tratto (STOP 2). Vediamo qui il suo progressivo approfondimento con il passaggio verso facies marine sempre più profonde (STOP 1) caratterizzate da una discontinuità nella sedimentazione che comporta la formazione di singolari condizioni ambientali che permettono la genesi di hardground e di autigeni come la glauconite.

L’evoluzione successiva vede la sedimentazione dei calcari marnosi cretaci superiori (TUC), quindi l’emersione di tutta la piattaforma carbonatica e poi la sua nuova sommersione. Di questi passaggi non abbiamo una chiara evidenza, ma la presenza di facies di acque marine superficiali come le biocalcirudi a Macroforaminiferi (NCM, STOP 3) ci suggerisce questa dinamica, dato che troviamo stratigraficamente sovrapposte facies di ambiente marino decisamente poco profondo su altre di ambiente marino profondo. Una chiara descrizione di questo delicato passaggio è rappresentata dalla successione stratigrafica descritta nell’Anello di Bossarè. La sedimentazione trasgressiva (NCM) rappresenta un analogo di quella descritta per l’Anello di Capo Mortola, dove le rocce sono meglio esposte e presentano una più grande varietà di facies.

Inoltre, abbiamo potuto apprezzare come alla sommersione (trasgressione) eocenica marcata dalle rocce a grandi foraminiferi prosegua nel tempo, andando a descrivere un progressivo approfondimento ben rappresentato dalla sedimentazione delle marne siltose (OSM, STOP 4), che vengono poi coperte dai flussi torbiditici (FYV, STOP 5) che ci documentano l’intensa attività tettonica connessa con la messa in posto della catena alpina.

Infine, la giacitura (posizione nello spazio) sub-verticale degli strati delle rocce cretache superiori ed eoceniche (TUC, NCM, OSM e FYV) testimonia con chiarezza l’avvenuto loro coinvolgimento nelle deformazioni legate all’appilamento dell’orogene alpino. Possiamo qui intuire, dunque, la presenza di grandi pieghe, che proprio per le loro dimensioni non possiamo apprezzare nella loro interezza; siamo quindi in una situazione analoga a quella di Capo Mortola e di queste strutture plicative potremo avere una visione un poco più completa nell’Anello di Bossarè.

Ideazione e coordinamento del progetto: Sonia Zanella, Provincia di Imperia (Sonia.Zanella@provincia.imperia.it).

Testi geologici: Maria Cristina Bonci, Roberto Cabella, Michele Piazza, DISTAV - Università di Genova (mpiazza@dipteris.unige.it), Sonia Zanella.

Testi botanici: Claudia Turcato DISTAV - Università di Genova (claudia.turcato@unige.it).

Disegni: Lorenza Ghisu (lorenzaghisu@libero.it) e Eleni Lutaj (marilena.0802@gmail.com)

Fotografie: Maria Cristina Bonci, Roberto Cabella, Lorenza Ghisu, Eleni Lutaj, Michele Piazza, Sonia Zanella, salvo diversa indicazione riportata in didascalia.

Rilievi sul terreno: Maria Cristina Bonci, Roberto Cabella, Lorenza Ghisu, Eleni Lutaj, Michele Piazza, Sonia Zanella.

Allestimento per la pubblicazione: Maria Cristina Bonci, Roberto Cabella, Lorenza Ghisu, Eleni Lutaj, Michele Piazza, Sonia Zanella.

