



**Interreg**  
**ALCOTRA**

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



UNION EUROPÉENNE  
UNIONE EUROPEA

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

## Anello di Bossarè

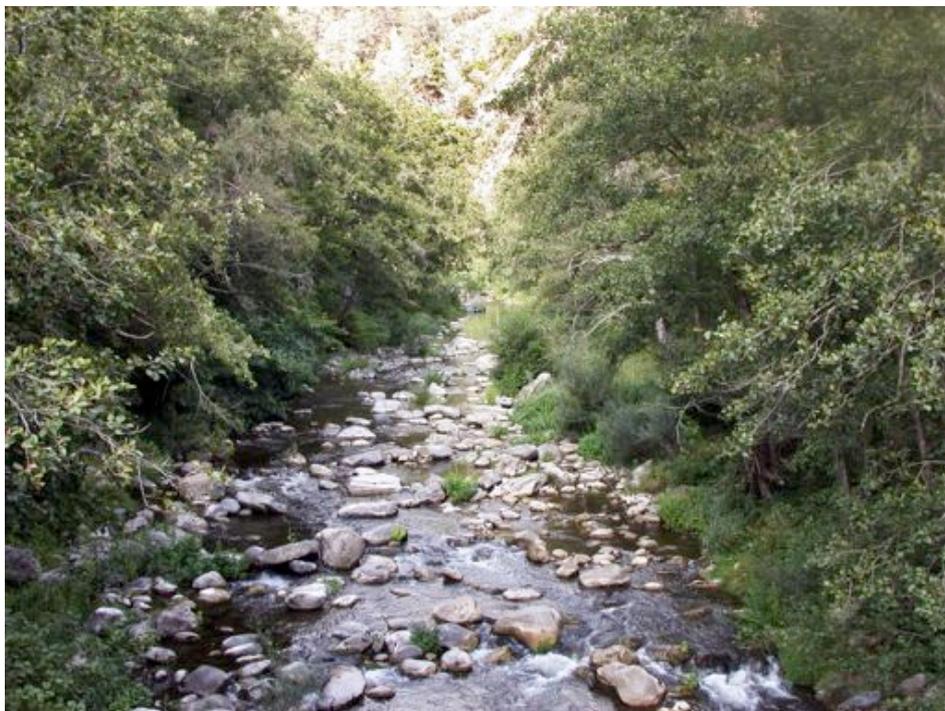


### L'ambiente naturale

Nell'intorno del sentiero, che si sviluppa ad anello tra i due versanti tagliati dal corso meandriforme del T. Bevera, la macchia mediterranea si presenta ricca di specie vegetali particolarmente rigogliose, per effetto anche dell'umidità data dalla vicinanza del corso d'acqua. È una formazione vegetale chiusa, formata da cespugli e alti arbusti sempreverdi tra i quali spesso si intrecciano piante lianose; tra le specie più frequenti troviamo la ginestra di Spagna, i cisti, il lentisco, il leccio, il caprifoglio mediterraneo, la coriaria, il ginepro rosso, l'alaterno ed il corbezzolo. Alcune delle specie di uccelli che compiono spostamenti stagionali scelgono la macchia mediterranea per trascorrere i mesi freddi dell'inverno, perché qui, soprattutto gli insettivori, trovano un gran numero di prede.

Un po' più in alto il versante presenta aree rocciose aperte e diffusi spazi coperti da boschi di resinose con prevalenza di pino marittimo, ambienti di rifugio favorevoli alla lucertola ocellata e ad altri rettili, frequentati da alcuni rapaci, tra cui il biancone.

Verso il basso si riconoscono residuali oliveti ed ex-coltivi collocati in particolare sugli spazi terrazzati a margine del torrente. Qui possiamo osservare un raro esempio di habitat fluviale: maestoso e scenografico il corridoio d'acqua è cinto dal bosco ripariale composto da ontani neri, salici, pioppi; la ricchezza d'acqua arricchisce l'ambiente di specie vegetali più fresche, come l'alloro ed il pungitopo ed eccezionalmente il bosso, la cui presenza ha dato il nome alla bella borgata di Bossarè.



Bosco ripariale lungo il T. Bevera.

Nel tratto di stradella rurale che dal centro di Olivetta collega al Ponte della Stretta si attraversano tutte le rocce cenozoiche presenti in zona, ma queste sono mal osservabili a causa della vegetazione e della presenza di insediamenti abitativi. I primi affioramenti rocciosi ben osservabili sono quelli presenti nei pressi del ponte.





## Anello di Bossarè

Dal Ponte della Stretta sino a Serra Burbarante l'itinerario consente di osservare prima alcuni aspetti particolari delle rocce sedimentarie di età cretacea superiore ed una porzione della grande sinclinale di Olivetta San Michele e poi i meandri incisi dal Torrente Bevera.

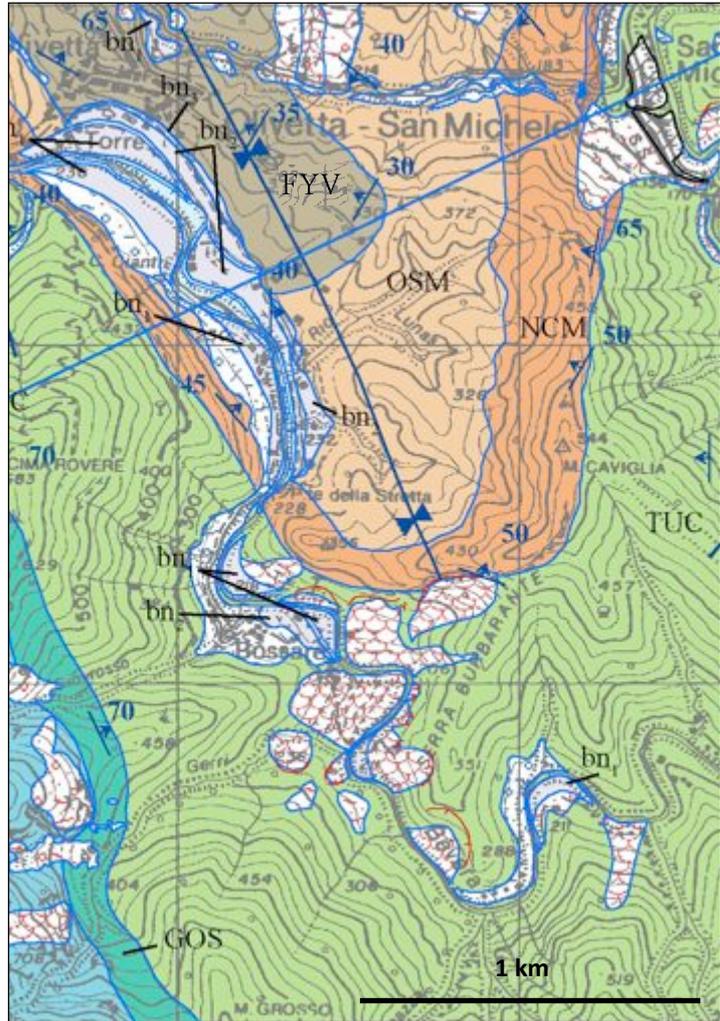
La successione stratigrafica affiorante lungo l'itinerario è formata dai seguenti tipi di rocce sedimentarie (ordinate dalle più antiche alle più recenti):

**TUC** - marne e calcari marnosi (Cretacico superiore, circa 100-66 milioni di anni) di ambiente marino relativamente profondo (piattaforma esterna).

**NCM** - biocalciruditi e biocalcareni riccamente fossilifere (Eocene medio: 47,8 - 37,8 milioni di anni) di ambiente marino superficiale (spiaggia sommersa e piattaforma interna).

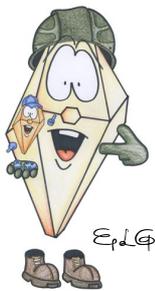
**OSM** - marne e marne siltose (Eocene medio: 47,8 - 37,8 milioni di anni) di ambiente marino relativamente profondo (piattaforma esterna).

**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 andando a depositarsi in ambienti marini profondi.



Stralcio della carta geologica, progetto CGR Liguria, Foglio 257-Dolceacqua.

### STOP 1



Il primo punto di osservazione è la porzione di versante quasi priva di vegetazione che si affaccia da un lato sul Torrente Bevera e dall'altro è dominato da una alta parete subverticale. Dal punto di vista geologico ci troviamo sui calcari marnosi riferiti al Cretacico superiore (TUC). In particolare stiamo osservando la parte più recente della successione sedimentaria cretacea, che qui è chiaramente caratterizzata da alcune singolarità.

Una attenta osservazione degli affioramenti ci permette di notare che qui la roccia è a luoghi, di fatto, costituita da frammenti più o meno elaborati dei calcari marnosi stessi (abbiamo quindi una facies conglomeratica), mentre altrove troviamo i calcari marnosi interessati da caratteristiche vistose chiazze irregolari di colore variabile tra il rosso violaceo ed il verdastro, formate da concrezioni di cristalli di calcite (facies a *Microcodium*).



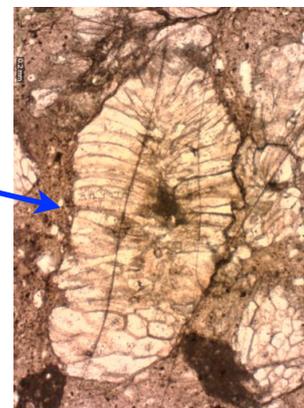
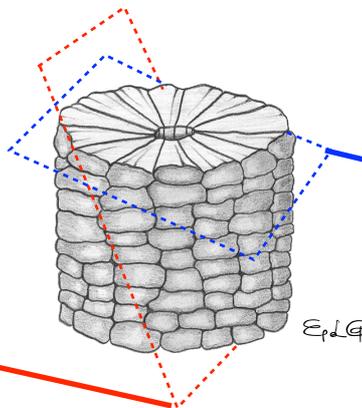
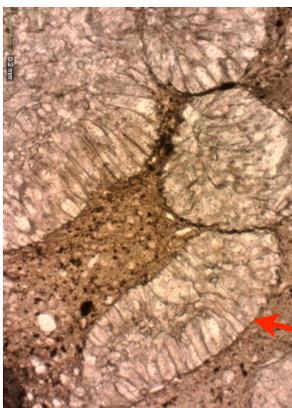
## Anello di Bossarè



A sinistra una aspetto della facies conglomeratica e a destra di quella a Microcodium.

Sono aspetti (facies) che le rocce hanno assunto per effetto della loro rielaborazione in ambiente subaereo o quando coperte da sottilissime lame d'acqua o influenzate da acque vadose. Nella facies conglomeratica si riconosce una rielaborazione in posto delle rocce calcareo-marnose per effetto della loro esposizione agli agenti subaerei, che ha portato alla formazione di clasti di dimensioni da plurimillimetriche a centimetriche generalmente arrotondati. In quella a Microcodium quelle condizioni hanno invece determinato la corrosione delle rocce cretache e la successiva precipitazione di carbonato di calcio.

Microcodium si rinviene comunemente come aggregati di cristalli allungati di calcite limpida, in forma di ciuffi o di ventaglio o a palizzata, ma la sua forma più singolare e caratteristica è sicuramente quella a "pannocchia di mais", dove i cristalli di calcite si dispongono radialmente in serie ordinate e strettamente impacchettati attorno ad una cavità cilindrica centrale (appunto come i chicchi di mais rispetto al tutolo).



Sezioni di Microcodium (viste al microscopio, a destra e sinistra) e schematica ricostruzione della sua struttura.



## Anello di Bossarè

Microcodium è stato, nel tempo, interpretato in modi anche molto diversi e tutt'ora la sua genesi non è del tutto chiara. Inizialmente si riteneva fosse il fossile di un'alga unicellulare, successivamente il prodotto dell'attività fisiologica di batteri carianti il carbonato di calcio, poi la traccia di apparati radicali. Recentemente è stato interpretato come il risultato dell'attività congiunta di funghi saprofiti (cioè funghi che si nutrono di sostanza organica in decomposizione) e di batteri. I primi produrrebbero acidi responsabili della corrosione e alterazione delle rocce calcaree, i secondi utilizzerebbero gli acidi prodotti dai funghi determinando la riprecipitazione del  $\text{CaCO}_3$  (carbonato di calcio) e formando le caratteristiche strutture.

Quel che abbiamo osservato ci permette di documentare un evento geologico di grande portata: l'emersione, l'esposizione agli agenti esogeni e la sommersione di una parte di un antico fondale marino. Alla fine del Cretacico superiore (intorno a 72 milioni di anni fa) una importante fase tettonica, che coinvolge tutta l'attuale Provenza, porta il fondale marino a deformarsi e sollevarsi sino a che le rocce calcareo-marnose (TUC) formatesi (e in via di formazione) vengono portate in emersione.

Rimarranno emerse o al più coperte da sottili lame d'acqua per un lungo intervallo di tempo, circa 25 milioni di anni, durante i quali subiranno l'azione degli agenti esogeni (alterazione ed erosione) e saranno interessate sia dall'attività di rielaborazione dovuta alle oscillazione della falda freatica e delle incursioni del cuneo salino sia da quella della biosfera (tra cui quelle congiunta di funghi e batteri di cui abbiamo detto poco sopra).

Nell'Eocene medio (circa 45 milioni di anni fa) questi settori vengono nuovamente coperti dal mare (si verifica quindi una trasgressione marina) che comporta la deposizione di una discreta varietà di sedimenti: ghiaiosi e sabbiosi (ricchi in clasti di quarzo) ma soprattutto calcarei riccamente fossiliferi (le biocalciruditi e biocalcareniti di cui diremo qui di seguito).

La imponente parete subverticale, ai cui piedi abbiamo osservato le facies prima descritte, è costituita da biocalciruditi (calcarei formati dall'accumulo di fossili di taglia maggiore di 2 mm) e biocalcareniti (calcarei dovuti all'accumulo di fossili nella classe delle sabbie) di età eocenica (NCM).

Questi litotipi sono, come a Capo Mortola, depositi marini che si sedimentarono sulle rocce del Cretacico superiore rielaborate come si diceva poco sopra. Essi testimoniano quindi una fase di trasgressione, cioè di avanzamento del mare sulle terre emerse.

Le facies prevalenti sono quelle a Macroforaminiferi.



Visione panoramica della parete subverticale che domina il versante.



**Interreg**  
**ALCOTRA**

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



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



## Anello di Bossarè

Prestando ora attenzione proprio alla grande parete rocciosa, possiamo rilevare come si tratti della superficie di stratificazione delle biocalciruditi messa in evidenza dall'erosione selettiva. In altre parole la superficie che vediamo è la base dello strato biocalcirudite eocenico (NCM) ed è in evidenza per effetto dell'erosione che ha più facilmente aggredito i calcari marnosi, asportandoli e rimuovendoli.

L'andamento della superficie ci suggerisce, inoltre, che questa sia stata piegata, dato che descrive una ampia curva, ben apprezzabile nella vista tridimensionale più avanti proposta.

Per meglio comprendere la forma di questa struttura è opportuno avvalersi di una visione a più ampio raggio, che ne comprenda una più ampia porzione, e con un diverso, più favorevole, punto di vista. Per farlo ci possiamo avvalere delle moderne tecniche di rappresentazione digitale tridimensionale del terreno, che permettono di osservare come la struttura in esame sia effettivamente descrivibile come una ripida falesia chiaramente piegata a descrivere un'ampia curva.

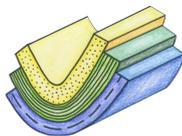


Vista tridimensionale del modello digitale del terreno della terminazione meridionale della sinclinale di Olivetta San Michele con sovrapposizione della ortofotocarta (fonti cartografiche Regione Liguria, elaborazione A. Mandarinò).

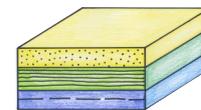
Dal punto di vista geologico stiamo osservando una parte della grande sinclinale di Olivetta San Michele, formata da una successione di rocce sedimentarie deformate a costituire una grande piega di tipo "sinclinale sinforme" (una piega viene detta "sinclinale" quando al nucleo vi sono le rocce più giovani e "sinforme" quando la concavità della piega è rivolta verso l'alto).

La genesi di una sinclinale sinforme può essere così schematizzata:

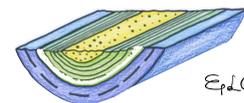
all'inizio gli strati, più giovani dal basso verso l'alto, non sono piegati;



durante la formazione della catena alpina gli strati vengono piegati;



nel tempo gli strati, emersi ed esposti agli agenti atmosferici, subiscono l'erosione acquisendo così la morfologia attuale.



Il nucleo della piega è costituito dal flysch di Ventimiglia (FYV, giallo nello schema), che affiora nel centro abitato di Olivetta, mentre le marne e marne siltose di Olivetta San Michele (OSM, verde) sono poco visibili a causa della vegetazione e delle coltivazioni. Al contrario, i fianchi della sinclinale (NCM, blu) sono formati da rocce decisamente più resistenti all'erosione e costituiscono la grande parete che stiamo considerando.

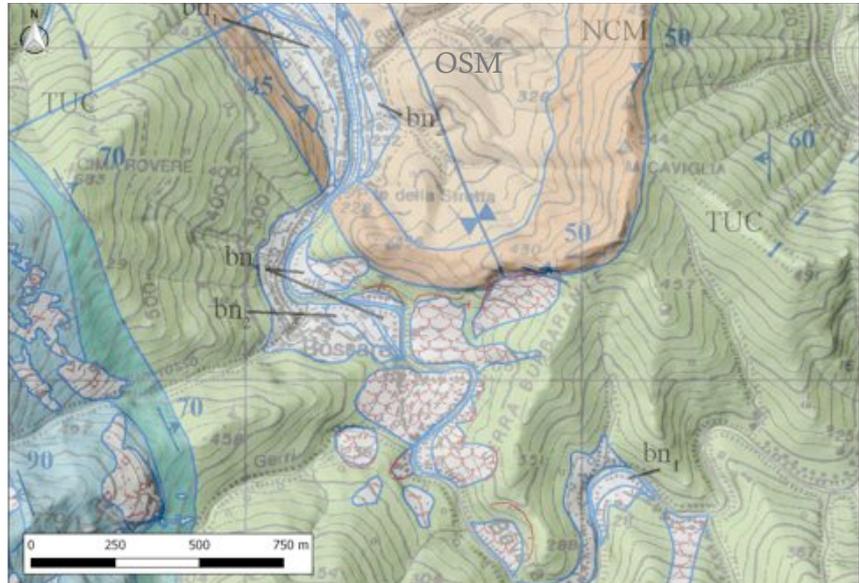




## Anello di Bossarè

Ancora avvalendoci delle tecniche digitali di rappresentazione del terreno adeguatamente integrate con le informazioni della carta geologica, possiamo apprezzare la disposizione delle unità geologiche coinvolte nella struttura (TUC, NCM e OSM).

Vediamo così le biocalciruditi e biocalcareni a macroforaminiferi (NCM) descrivere l'ampia curvatura e contenere al loro interno le marne siltose (OSM) ed essere fasciate dai calcari marnosi cretaci (TUC).



Modello digitale del terreno (rilievo ombreggiato) della terminazione sud della sinclinale di Olivetta San Michele con sovrapposizione della carta geologica (fonti cartografiche Regione Liguria, elaborazione A. Mandarino).

## STOP 2



Meandri del T. Bevera (foto L. Patelli).

Procedendo lungo il sentiero si raggiunge Serra Burbarante, ottimo punto di osservazione dell'andamento a meandri incassati del Torrente Bevera, fortemente incisi nei calcari marnosi cretaci (TUC).

I meandri descritti da un corso d'acqua possono essere liberi (o divaganti) o incassati. I meandri liberi sono una successione di anse disposte in modo più o meno regolare che caratterizza il tratto di un corso d'acqua che scorre in una piana alluvionale; essi sono dovuti a numerosi fattori concomitanti ma è sempre presente una dinamica di deposizione ed erosione del sedimento. I

meandri incassati (il nostro caso) presentano un andamento del tutto analogo a quello dei meandri liberi, ma sono più o meno fortemente intagliati nelle rocce e devono la loro genesi a fattori diversi: spesso sono



**Interreg**  
**ALCOTRA**

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



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

## Anello di Bossarè



determinati dall'approfondimento di meandri liberi in seguito a una forte erosione verticale (con incisione delle proprie alluvioni prima e della roccia sottostante dopo) oppure dall'azione concomitante di più fattori, come la diversa erodibilità delle rocce incontrate e la presenza di superfici di debolezza, come fratture e faglie.

In questo breve itinerario abbiamo visto come le rocce mesozoiche (le stesse incontrate nell'itinerario del Grammondo e del Sentiero Botanico di Sospel) vengano coinvolte in una grande fase tettonica, che ne determina l'emersione ed esposizione agli agenti esogeni ed alla attività della biosfera. Abbiamo potuto constatare le intense rielaborazioni ed alterazioni sviluppatesi in circa 25 milioni di anni e come queste rocce vengano poi nuovamente sommerse e divengano il substrato per un nuovo ciclo sedimentario.

Quanto illustrato qui a Bossarè completa la visione della storia geologica che è descritta dal Sentiero Botanico di Sospel e dall'Anello di Capo Mortola, focalizzandosi sull'evoluzione postemersione della grande piattaforma carbonatica cretacea, aspetto poco o nulla evidente in quei tracciati.

La sedimentazione trasgressiva (NCM), qui appena accennata, è ben visibile sia nell'Anello di Capo Mortola, dove le rocce sono meglio esposte e presentano una più grande varietà di facies, sia nel Sentiero Botanico, dove la varietà di facies è meno ricca ma è ben rappresentata l'evoluzione e la conclusione della storia deposizionale, con la sedimentazione delle facies prima più profonde (OSM) e poi torbiditiche (FYV).

Inoltre, la parete sub-verticale qui osservata, unitamente alle elaborazioni digitali del terreno descrivono con chiarezza l'avvenuto coinvolgimento delle rocce considerate nelle deformazioni legate all'appilamento dell'orogene alpino, con meccanismi del tutto analoghi e coevi a quelli evidenziati nell'Anello di Capo Mortola e nel Sentiero Botanico.

Infine, va ben evidenziata la genesi dei meandri del T. Bevera, così chiaramente controllata dalla tettonica.

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

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

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

Disegni: Lorenza Ghisu ([lorenzaghisu@libero.it](mailto:lorenzaghisu@libero.it)) e Eleni Lutaj ([marilena.0802@gmail.com](mailto:marilena.0802@gmail.com)) *E.L.G.*

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.

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

