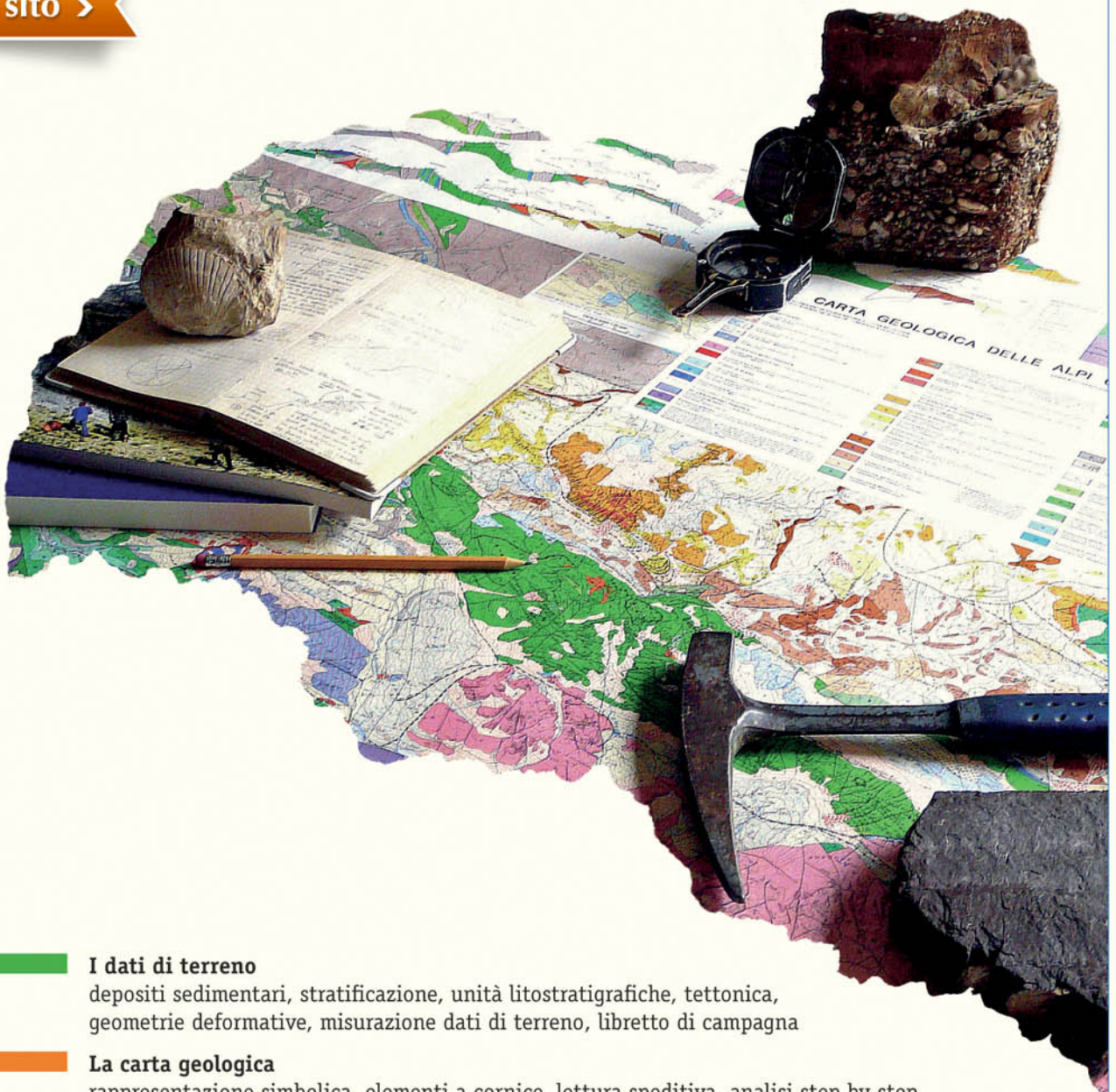


Corrado Venturini

Realizzare e leggere carte e sezioni geologiche

Un approccio alla geologia di terreno e alla sua rappresentazione cartografica

Scheda sul sito >



I dati di terreno

depositi sedimentari, stratificazione, unità litostratigrafiche, tettonica, geometrie deformative, misurazione dati di terreno, libretto di campagna



La carta geologica

rappresentazione simbolica, elementi a cornice, lettura speditiva, analisi step by step



Le sezioni geologiche

speditive e di dettaglio, proiezione dati di superficie, realizzazione e analisi, limiti

*Alla mia cara Mamma,
che ricordo come affettuosa
guida e amorevole educatrice*

Corrado Venturini

REALIZZARE E LEGGERE CARTE E SEZIONI GEOLOGICHE

**Un approccio alla geologia di terreno
e alla sua rappresentazione cartografica**



Dario Flaccovio Editore

Corrado Venturini

REALIZZARE E LEGGERE CARTE E SEZIONI GEOLOGICHE

ISBN 978-88-579-0153-4

© 2012 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686

www.darioflaccovio.it info@darioflaccovio.it

Prima edizione: ottobre 2012

Venturini, Corrado <1955->

Realizzare e leggere carte e sezioni geologiche : un approccio alla geologia di terreno e alla sua rappresentazione cartografica / Corrado Venturini - Palermo : D. Flaccovio, 2012.

ISBN 978-88-579-0153-4

1. Carte geologiche.

551.80222 CDD-22

SBN PAL0247111

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Stampa: Tipografia Priulla, Palermo, ottobre 2012

Le foto e i disegni sono stati realizzati dall'autore.

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.

La fotocopiatura dei libri è un reato.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

INDICE

Premessa

1. I dati di terreno

1.1. Depositi sedimentari: gioie e calvari.....	pag.	1
1.1.1. Il percorso dell'indagine litologica	»	2
1.1.2. Classificazioni sì, classificazioni no	»	4
1.1.2.1. Problemi e soluzioni	»	7
1.1.2.2. Strategia di approccio all'analisi speditiva	»	9
1.1.2.3. Modalità di analisi speditive.....	»	11
1.1.2.4. Il percorso verso la classificazione di un deposito sedimentario.....	»	13
1.1.3. Analisi speditive su campioni di depositi sedimentari	»	16
1.2. La stratificazione	»	23
1.2.1. I giunti di strato	»	24
1.2.1.1. Le superfici stilolitiche	»	25
1.2.2. Le clinostratificazioni	»	26
1.2.3. La polarità stratigrafica di una successione sedimentaria	»	29
1.3. Unità litostratigrafiche, contatti e geometrie.....	»	34
1.3.1. Le paraconcordanze e le discordanze angolari.....	»	35
1.3.2. I rapporti geometrici tra set di strati	»	40
1.4. Elementi tettonici e geometrie deformative	»	43
1.4.1. Le pieghe	»	45
1.4.1.1. Vergenze vere e vergenze false.....	»	47
1.4.2. Le faglie.....	»	48
1.4.2.1. Le brecce tettoniche	»	50
1.4.3. Stili tettonici	»	56
1.5. La <i>tettonica sin-sedimentaria</i>	»	57
1.5.1. Le evidenze sul territorio.....	»	57
1.5.2. Le false evidenze <i>tettoniche sin-sedimentarie</i>	»	68
1.6. Le "anomalie tettoniche".....	»	69
1.6.1. Contesti compressivi	»	69
1.6.2. Contesti estensionali con inversioni tettoniche	»	70
1.7. La misurazione delle deformazioni tramite bussola.....	»	70
1.7.1. Misurare l'orientazione di un piano (superficie planare)	»	71
1.7.1.1. Il metodo universale	»	72
1.7.1.2. La "regola della mano destra"	»	75
1.7.1.3. Il "metodo del dip"	»	77
1.7.2. Misurare l'orientazione di una linea.....	»	78
1.8. Il libretto di campagna	»	80
1.8.1. L'affioramento si rivela	»	85
1.8.2. Dall'affioramento al libretto di campagna	»	91
1.8.3. La rappresentazione su più livelli dei dati di terreno	»	94

2. Dal terreno alla carta geologica

2.1. La carta geologica: il body scanner del territorio.....	»	97
2.1.1. Carte geologiche come spartiti musicali	»	97
2.2. La rappresentazione simbolica dei dati di superficie	»	99
2.2.1. Dati areali	»	101
2.2.2. Dati lineari.....	»	102
2.2.2.1. Calcolo della direzione di un piano dalla sua traccia in carta	»	104
2.2.2.2. Calcolo dell'immersione di un piano dalla sua traccia in carta	»	106
2.2.2.3. Calcolo dell'inclinazione di un piano dalla sua traccia in carta	»	107
2.2.2.4. Dal dato di giacitura di un piano alla sua traccia in carta.....	»	109
2.2.3. Dati puntiformi.....	»	113
2.2.3.1. Dati di giacitura (dati-strato)	»	113
2.2.3.2. Dati di piega	»	116
2.3. Gli <i>elementi a cornice</i> in una <i>carta geologica</i>	»	117
2.3.1. L'ubicazione e il quadro rilevatori	»	121

Realizzare e leggere carte e sezioni geologiche

2.3.2.	La legenda	»	121	
2.3.3.	Lo schema stratigrafico	»	123	
2.3.3.1.	Schema stratigrafico <i>S-S</i> (spazio-spazio).....	»	124	
2.3.3.2.	Schema stratigrafico <i>S-T</i> (spazio-tempo).....	»	125	
2.3.3.3.	Schema stratigrafico ibrido.....	»	128	
2.3.4.	Il quadro tettonico	»	130	
2.3.5.	Le sezioni geologiche.....	»	132	
2.4.	La lettura speditiva della carta geologica.....	»	133	
2.4.1.	Come sintetizzare una carta geologica complessa	»	133	
2.4.2.	La lettura “step by step” dell’affioramento	»	136	
3. Dalla carta alle sezioni geologiche				
3.1.	Le sezioni geologiche speditive: realizzazione e analisi	»	141	
3.1.1.	La tecnica del “motivo deformativo”	»	142	
3.2.	Dai dati di superficie alla sezione geologica di dettaglio.....	»	145	
3.2.1.	Gli accessori... fondamentali	»	145	
3.2.1.1.	La scala grafica	»	146	
3.2.1.2.	Inizio e termine della sezione	»	146	
3.2.1.3.	L’orientazione	»	148	
3.2.1.4.	I toponimi	»	148	
3.2.1.5.	La legenda	»	149	
3.2.1.6.	Il profilo morfologico	»	149	
3.2.2.	Tre tipologie di dati: areali, lineari e puntiformi	»	153	
3.2.2.1.	Trasposizione in sezione dei dati areali.....	»	154	
3.2.2.2.	Proiezione in sezione dei dati lineari.....	»	157	
3.2.2.3.	Proiezione in sezione dei dati puntiformi	»	158	
3.2.3.	Le correlazioni delle giaciture.....	»	162	
3.2.3.1.	Il “metodo della bisettrice”.....	»	162	
3.2.3.2.	Il “metodo degli archi di cerchio”	»	163	
3.2.4.	Il corretto percorso verso la sezione geologica	»	164	
3.3.	I limiti delle sezioni geologiche	»	166	
3.4.	Le sezioni geologiche di dettaglio: realizzazione e analisi	»	169	
3.4.1.	Sezione geologica 1	»	170	
3.4.2.	Sezione geologica 2	»	172	
3.4.3.	Sezione geologica 3.....	»	173	
3.4.4.	Sezione geologica 4.....	»	176	
3.4.5.	Sezione geologica 5.....	»	178	
3.4.6.	Sezione geologica 6	»	182	
3.4.7.	Sezione geologica 7.....	»	185	
3.4.8.	Sezione geologica 8.....	»	189	
3.5.	Esercizi svolti su sezioni speditive.....	»	194	
4. I dati pregressi: la bibliografia				
4.1.	L’analisi bibliografica.....	»	199	
4.1.1.	Organizzazione e metodo gerarchico	»	200	
4.2.	Riviste, pubblicazioni e autori	»	202	
4.3.	Le citazioni bibliografiche.....	»	204	
4.3.1.	Le citazioni sintetiche (dirette e indirette).....	»	205	
4.3.2.	Le citazioni estese	»	208	
4.3.3.	Quattro passi tra le citazioni.....	»	212	
4.3.4.	Scelte e regole	»	213	
4.4.	Indicazioni varie	»	214	
Opere citate.....			»	215

Premessa

Questo non è un testo che insegna a rilevare geologicamente un territorio. Non esistono, né esisteranno mai, testi di questo genere. Il rilevamento geologico è un “mestiere” che si impara sul campo, giorno dopo giorno, scontrandosi con i problemi reali proposti quotidianamente dai volumi rocciosi.

Ciò nonostante testi come questo producono delle ricadute positive. In qualche modo, infatti, dissodano il terreno, aprono la mente e la predispongono all’osservazione, al riconoscimento dei dati, alla loro raccolta e alla trasposizione in carta, generando inoltre una capacità di analisi e di sintesi.

Nessun gladiatore, entrando nell’arena, ha mai pensato che avendo addosso la lorica, il gladio, l’elmo e lo scudo, sarebbe stato un ottimo combattente in grado di risolvere a proprio favore ogni incontro. Però nessun gladiatore si sarebbe mai sognato di scendere in campo senza protezioni e armi d’offesa. Ecco, questo testo ha la presunzione di fornirvi gli strumenti adatti ad affrontare sul terreno le vostre battaglie geologiche e di calarvi sul territorio più corazzati di quanto già lo foste.

Questo testo ha anche la speranza di essere, al tempo stesso, tanto un testo di studio – rivolto agli studenti universitari di Scienze della Terra (corsi di laurea in Scienze Geologiche, Scienze Ambientali, Ingegneria del Territorio) – quanto di consultazione per chi, da sempre appassionato di “cose geologiche”, vuole affacciarsi sul mondo complesso e affascinante delle loro rappresentazioni simboliche: le carte geologiche e i prodotti da esse derivati.

Il volume è strutturato secondo un taglio innovativo, il cui punto di forza risiede nella focalizzazione di problemi concettuali tuttora critici o irrisolti (ad esempio, le ambiguità nelle classificazioni dei depositi sedimentari oppure le tante difficoltà insite nella trasposizione in sezione dei dati simbolici delle carte geologiche). Fanno seguito le proposte di analisi e soluzione, secondo passi logici, consequenziali e di facile applicazione.

La trattazione non entra mai nel merito di calcoli effettuati tramite equazioni o formule, lasciando questo compito ai numerosi testi, universitari e non, già in commercio da tempo. Si può aggiungere che questo testo utilizza, per larga parte delle proprie figure (disegni e fotografie), un metodo di rappresentazione che favorisce la memorizzazione dei contenuti: si tratta di immagini corredate al loro interno di scritte, indicazioni e suggerimenti sintetici in grado di riassumere parte dei concetti descritti nei relativi capitoli e paragrafi. A quest’ultimo proposito va precisato che oltre il 90% dei contenuti di questo volume rappresenta una novità, non essendo i relativi concetti riportati e/o sviluppati in precedenti testi, italiani o stranieri.

Le carte geologiche e i prodotti da esse derivate (schema stratigrafico, quadro tettonico, sezioni geologiche, etc.) sono la rappresentazione tascabile del territorio, ovvero delle sue forme e dei suoi contenuti. Quel medesimo territorio che è capace di ospitarci e sfamarci, farci riposare e sognare, ma dal quale, da sempre e sempre più spesso, dobbiamo tutelarci. Questo perché i monti, le valli, le pianure e le coste, con le rispettive rocce e sedimenti che stanno perennemente sotto, sopra e intorno a noi, al di là dei loro colori, altezze, estensioni, giochi di luce e ombra, quasi sempre ci risultano dei perfetti sconosciuti.

È per tale carenza di conoscenza che tendiamo a ignorare e maltrattare tutto questo, con crescente noncuranza e incuria. Ciò che non si comprende non si ama, ciò che non si ama facilmente si trascura e inevitabilmente si oltraggia e devasta.

Questo testo, nel suo piccolo, ha anche l’obiettivo di aumentare la comprensione del territorio, con la speranza che l’equazione *conoscenza = tutela spontanea* abbia sempre maggior presa, efficacia e diffusione. Un’ultima importante indicazione. Nel volume sono presi in considerazione solo territori le cui successioni risultano formate da depositi sedimentari con, al massimo e in aggiunta, delle sottili intercalazioni di rocce vulcaniche. Non sono dunque trattati i territori con ammassi magmatici intrusivi (i magmi solidificati in profondità all’interno della crosta terrestre e successivamente sollevati ed esposti a giorno) né quelli con basamenti metamorfici (antiche rocce modificate nelle profondità della crosta terrestre da pressioni e temperature elevate). Questi contesti, dai caratteri particolari, per un geologo rilevatore aprirebbero scenari complessi che richiederebbero approfondimenti non previsti dalle finalità di questo volume. Il testo inizia col prendere in esame i depositi sedimentari, evidenziando le diffuse incongruenze e i vari

errori insiti in tutte le classificazioni riportate dai volumi – tanto della scuola dell'obbligo quanto dei corsi universitari e, a maggior ragione, da quelli divulgativi – che trattano quest'argomento. A tal fine, è proposta una chiave di lettura universale che si prefigge di rendere più chiaro e accessibile l'approccio a queste classificazioni, esemplificando, in parallelo, l'applicazione delle strategie empiriche che in grado di portare al riconoscimento rapido delle varie litologie sedimentarie.

I successivi paragrafi del primo capitolo trattano quelli che sono considerati i “mattoni” delle sequenze rocciose, cioè le unità litostratigrafiche, commentandone le stratificazioni, le tipologie di contatti reciproci e le rispettive genesi. Sono in seguito valutate le geometrie deformative delle successioni sedimentarie stratificate e le tipologie degli elementi tettonici, fragili e duttili, visti nel loro sviluppo tridimensionale e nei relativi effetti sugli ammassi rocciosi utilizzando un approccio utile al geologo rilevatore.

Successivamente è esaminata l'interazione diretta tra la tettonica e la sedimentazione, nel caso la prima, creando spazi alla seconda, ne inneschi l'attivazione (tettonica sin-sedimentaria) producendo potenti successioni dai caratteri peculiari. Trattando di tettonica, il capitolo prosegue esemplificando e commentando le condizioni in cui le compressioni crostali possono portare pacchi di strati più recenti ad accavallarsi su quelli più antichi, generando delle apparenti “anomalie”.

Segue la guida al riconoscimento dei dati di terreno, alla loro misurazione tramite l'uso della bussola e alla relativa registrazione sul libretto di campagna.

Sono tutti passi propedeutici che porteranno alla realizzazione di una carta geologica, argomento del capitolo 2 nel quale il testo rovescia la prospettiva di approccio e, guidando il lettore all'osservazione della carta geologica, ne propone l'analisi tramite la valutazione dei singoli insiemi di dati al fine di ricostruirne gli orientamenti, i significati e le interazioni reciproche sviluppatesi attraverso il trascorrere del tempo geologico. Il secondo capitolo affronta anche la rappresentazione (simbolica) dei dati misurati sul territorio e trasmette i rudimenti per appropriarsi speditivamente dei contenuti essenziali di una *carta geologica* complessa. Un esteso capitolo è dedicato alla presentazione e discussione di quegli elementi (legende, schemi stratigrafici, quadro tettonico, etc.) posti a margine di ogni carta geologica quali indispensabili strumenti per la comprensione della stessa.

Il terzo capitolo prende in esame le cosiddette *sezioni geologiche* e la loro realizzazione, partendo dalla lettura dei dati presenti in carta, passando per la loro dettagliata interpretazione, e infine esemplificando, passo dopo passo, la loro trasposizione sotto e sopra al *profilo morfologico*. Sono discussi i metodi di correlazione dei dati proiettati in sezione e i passi corretti da compiere – secondo l'unico ordine logico possibile – per ottenere risultati validi e privi di incongruenze. Infine, una parte considerevole di questo terzo capitolo è dedicata agli esercizi svolti, organizzati con difficoltà crescenti e, si presume, in grado di addestrare gli interessati alla trasposizione nelle *sezioni geologiche* di situazioni giaciture complesse e/o ambigue, più frequenti di quanto si immagini.

Il quarto e ultimo capitolo si configura come un'appendice pratica finalizzata all'esemplificazione dei metodi universali di citazione del patrimonio bibliografico. Conoscere i criteri attraverso i quali in una tesi, in una relazione oppure in una pubblicazione scientifica si devono necessariamente citare i lavori precedenti – le conoscenze pregresse – è un irrinunciabile requisito per chiunque si accinga, nel caso specifico delle *carte geologiche*, a redigere una nota esplicativa a commento dell'elaborato grafico.

L'autore

1. I dati di terreno

1.1. Depositi sedimentari: gioie e calvari

Il geologo codifica, riassume e rappresenta il territorio. Nessun'altra figura professionale quanto quella del geologo è in grado di far parlare il territorio attraverso un pezzo di carta o uno schermo di computer. Il limite di questo assunto è che troppo spesso solo i geologi sono in grado di ascoltare quanto il territorio, attraverso un altro geologo, racconta. Detto con parole più dirette: solo i miei colleghi riescono a leggere e capire una mia carta geologica di media complessità.

Questo perché in Italia – molto più che in altri paesi europei o di lingua inglese – manca una cultura geologica (Scienze della Terra) di base. Per sviluppare delle ricadute positive basterebbero poche informazioni, non grandi cose, sufficienti tra l'altro a fare maturare una coscienza ambientale e una consapevolezza collettiva, destinate al ruolo di volano in più direzioni, non ultima quella della tutela e stimolo alla prevenzione dai rischi naturali.

Coloro i quali si accingono a realizzare una carta geologica devono, prima di ogni altro requisito, acquisire alcune conoscenze di base ottenute attraverso almeno due passi, obbligati e irrinunciabili. Mi riferisco tanto a una parte dei laureati in Scienze geologiche (non a tutti, dato che alcuni lavorano come analisti e/o elaboratori di dati e immagini), quanto a tutti i laureandi che durante il loro corso di studi, come necessaria cultura di base, devono dimostrare di sapere rilevare – geologicamente parlando – un'area montana, ossia complessa.

Rilevare significa raccogliere i dati geologico-geomorfologici del territorio e rappresentarli “in codice” sopra una base topografica (capitolo 2), in modo da generare un condensato di informazioni. Sono informazioni decodificabili da chiunque possieda la “chiave di lettura” adatta, ovvero sia in grado di comprendere la legenda della *carta geologica* che sta consultando (paragrafo 2.3.1).

Il primo passo – di fondamentale importanza per chi rileva un territorio – è questo: non trascurate mai di acquisire e sviluppare una buona conoscenza dei tipi di roccia – definiti come *litotipi* o *litologie* – e la possibilità di riconoscerli rapidamente sul terreno. A tale proposito, si utilizzano strumenti empirici di facile reperimento: boccetta di HCl (acido cloridrico, diluito al 10%; l'acido muriatico comunemente in vendita), punta d'acciaio (anche un chiodo va benissimo), lente (non inferiore a 10 ingrandimenti). A questi strumenti empirici si deve aggiungere l'uso di un metodo d'indagine chiaro, ma soprattutto privo di ambiguità (cap. paragrafo 1.1.2 e 1.1.3).

Il secondo passo prevede invece la capacità di riconoscere e codificare le deformazioni presenti nell'ammasso roccioso: il che significa saperle misurare e, atto finale, essere capaci di riportare i relativi dati sulla *carta geologica*, posizionandoli correttamente e facendo un valido utilizzo delle simbologie comunemente in uso.

Il primo dei due passi da compiere può essere concettualmente riassunto nella similitudine che segue. Le litologie, cioè i tipi di roccia presenti in un settore montano, sono come le note musicali distribuite sul pentagramma di uno spartito complesso. Occorre riconoscerle senza incertezze; solo così si potrà essere in grado di suonare, di seguito, senza errori o indecisioni, l'intera melodia dello spartito. Così come esistono molti motivi facili e orecchiabili, altrettanto frequenti sono le musiche complesse e difficili da suonare. Non vi è dato di conoscere a priori se la vostra vita professionale si limiterà a farvi fischiare semplici canzonette o richiederà da voi *performance* ben più impegnative. *Estote parati*, direbbe il filosofo. Preparatevi fin d'ora affinché nessuna meta sia troppo ardua da conquistare e in modo che mai veniate a trovarvi nella necessità di “gettare la spugna”.

Dal momento che per generazioni di studenti (e non solo) la trattazione dell'argomento “depositi sedi-

mentari” si è sempre rivelata alquanto ostica, il presente capitolo si propone come *summa* ordinata di tutte le informazioni che riguardano l’analisi speditiva dei principali tipi litologici sedimentari e dei passi progressivi che portano al loro riconoscimento. A tale proposito, occorre sottolineare che i testi (specialistici e divulgativi) dedicati ai sedimenti e alle rocce sedimentarie, nonostante i singoli materiali siano sempre trattati in maniera corretta ed esauriente, non riescono mai a fornire una chiave di lettura universale da utilizzare sul campo e/o sui campioni a mano, a differenza di quanto accade per le altre tipologie di rocce, quali quelle magmatiche e le metamorfiche.

Scopo principale di questo capitolo è quindi quello di proporre una griglia che consenta di classificare nel modo più oggettivo possibile i depositi sedimentari e al tempo stesso sappia fornire uno strumento operativo per il riconoscimento litologico diretto, effettuato sia sul terreno sia nel chiuso di un’aula, di fronte ad un semplice campione a mano.

1.1.1. Il percorso dell’indagine litologica

Per anni – dal liceo fino all’inizio del secondo anno di università (Scienze geologiche) – le conoscenze che avevo acquisito in merito ai depositi sedimentari mi avevano trasmesso la certezza (falsa!) che molte rocce sedimentarie “o erano arenaria o erano calcare”. Una possibilità – ne ero certo! – escludeva l’altra. La mia falsa certezza, però, crollò nel momento stesso in cui presi coscienza che un’arenaria poteva al tempo stesso essere anche calcare: il problema stava tutto nell’utilizzo delle chiavi interpretative.

Per appropriarsi di un metodo d’indagine capace di risolvere i molti dubbi e le frequenti incertezze che si materializzano nel momento di affrontare il riconoscimento e la classificazione dei depositi sedimentari, occorre per prima cosa precisare una serie di punti fermi, utili tanto agli studenti quanto ai docenti e, sempre più spesso, ai semplici appassionati di “cose geologiche” che dal territorio cercano risposte.

I concetti essenziali da tenere presente sono solo cinque:

- Nel discriminare i sedimenti clastici (depositi incoerenti, non cementati, sciolti) dalle rocce sedimentarie (depositi coerenti, cementati) occorre utilizzare la nomenclatura più vantaggiosa, ossia quella che non genera confusioni.

In molti testi ci si imbatte nella suddivisione tra rocce incoerenti (o sciolte) e rocce coerenti (o cementate), intendendo con le prime i sedimenti, cioè i depositi formati da particelle, granuli, ciottoli, frammenti e blocchi, disaggregabili con una semplice pressione o per immersione in acqua.

Sarebbe meglio, a mio avviso, riservare alle cosiddette *rocce sciolte* il solo appellativo di *sedimenti*, mutuandolo dal significato italiano del termine. D’altronde, nessuno, disteso su una spiaggia, si sognerebbe di indicare la sabbia chiamandola “roccia” (seppure ammorbidita dall’aggettivo “sciolta”). Di conseguenza, anche aggiungere a una roccia l’aggettivo coerente (o cementata) appare ridondante.

Inoltre, i **sedimenti** e le **rocce sedimentarie** possono essere collettivamente denominati **depositi sedimentari**. Per il deposito che intendete analizzare, cercate dunque di capire, prima di ogni altra cosa, se si tratta di roccia o di sedimento, tenendo presente che se avete dei dubbi l’acqua vi aiuta, dato che i tipici sedimenti che possono sembrare delle rocce sono le argille (secche). Se però ne mettete un frammento in una bacinella con dell’acqua, nel giro di alcuni minuti l’argilla – in quanto sedimento – si trasformerà in poltiglia fangosa, rivelando la sua vera natura (figura 1.1).

- I caratteri da investigare in un campione di sedimento/roccia sedimentaria sono tre:
 - Le **composizioni**.
 - Le **tessiture** (che riguardano soprattutto le dimensioni e le forme degli eventuali elementi costituenti).
 - Le **strutture** (l’organizzazione spaziale delle lamine e degli strati di un deposito e le reciproche interferenze e sovrapposizioni, oggetto di studio della Sedimentologia).

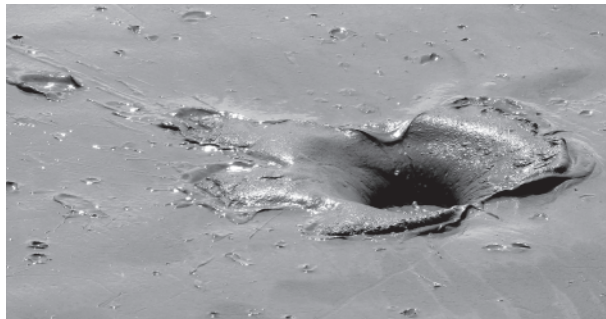


Figura 1.1. Deposito argilloso imbevuto d’acqua. Piena fluviale del Po (maggio 2010), Occhiobello (FE)

Per gli studenti della scuola superiore e dei primi due anni universitari è sufficiente concentrarsi sui primi due caratteri (composizione e tessiture): questi infatti basteranno per evitare le “false certezze”.

Le composizioni che hanno un certo interesse, in quanto più comuni e abbondanti, sono essenzialmente due: carbonatica e silicatica (o silicea). Per ottenere dei dati immediati sulle composizioni, si possono usare due semplici rilevatori:

- Acido cloridrico (soluzione diluita al 10%, il comune acido muriatico reperibile in ogni supermercato).
- Punta d'acciaio (un chiodo va altrettanto bene).
- Questo è un punto di primaria importanza. Non tenerlo in debito conto genera la gran parte tanto degli errori presenti nei testi scolastici quanto delle difficoltà di comprensione da parte di studenti e di insegnanti. Bisogna essere consapevoli che uno stesso campione di sedimento/roccia sedimentaria *deve* essere classificato usando *in parallelo* più criteri differenti. Inoltre, i risultati che si ottengono *non devono* essere mescolati tra loro: solo così si otterranno sempre categorie e sottocategorie omogenee e confrontabili.

Usare consapevolmente più di un criterio per classificare un campione di sedimento/roccia sedimentaria semplificherà la vita degli studenti e quella dei docenti propensi a parlare di rocce, inducendo i primi ad ascoltare le spiegazioni, ad assimilare il metodo e infine ad applicarlo correttamente. Provate, in successione, a utilizzare prima il **criterio tessiturale**, poi quello **composizionale**. Infine aggiungetene un terzo: quello **genetico**.

Siate consapevoli che i primi due sono criteri oggettivi, il terzo invece è interpretativo e dunque soggettivo. Anch'esso comunque, in molti casi, è in grado di indicare in modo univoco il tipo di origine del campione (come vedremo sinteticamente negli esempi). Alcune volte invece, quest'ultimo criterio non è in grado di aiutare a scegliere tra due differenti origini, entrambe logiche e possibili. In questo caso, diventa utile proporre entrambe, come alternative, eventualmente indicando la soluzione più realistica e dunque più probabile.

Per le rocce sedimentarie la prima regola che genera un ordine “geo-logico” è quella di costruire gerarchie valide che si propongono come chiavi di lettura universale. In ogni caso, si tenga presente che le suddivisioni sulle quali si basano le classificazioni sono codifiche artificiali (e talvolta artificiose), utili a semplificare la comprensione della Natura, la quale – per sua stessa... natura – spesso sfuma i limiti tra le proprie categorie. Accade così anche per alcuni insiemi di sedimenti/rocce sedimentarie.

- Durante l'indagine è talvolta utile sperimentare quello che può essere definito un approccio negativo. Se, elaborando i dati e le evidenze raccolte empiricamente, non è possibile ancora a stabilire cos'è quel campione di sedimento/roccia sedimentaria che abbiamo tra le mani, si cerchi allora di comprendere cosa *non* può essere. Scartare delle possibilità all'interno di un ventaglio di ipotesi, infatti, è più importante di quanto sembri.

A volte, la soluzione è proprio quell'unica che non è stata eliminata e a essa si giungerà, non attraverso i dati (perché magari difficili da riconoscere), ma grazie ai... *non-dati*!

Non fate l'errore, in verità molto comune, di proporre l'equazione campione di sedimento/roccia sedimentaria = ambiente di formazione. Trasmettere questa corrispondenza (spesso errata) è un altro degli errori capaci di generare confusioni notevoli nella comprensione dei depositi sedimentari. Questa corrispondenza è valida solo in alcuni casi, frequenti nell'ambito dei depositi chimici e, in parte, organogeni, ma molto rari tra quelli terrigeni.

- A questo proposito, è utile anticipare che la grande maggioranza dei depositi sedimentari si divide principalmente in tre insiemi omogenei:
 - Depositi terrigeni.
 - Depositi organogeni (o biochimici o allochimici che dir si voglia).
 - Depositi chimici.

Sono categorie che discendono dall'applicazione di un terzo criterio, differente da quello **tessiturale** e da quello **composizionale** visti in precedenza.

Questa volta si tratta di applicare un **criterio genetico** il quale, per sua natura, tende ad essere soggettivo. Significa che, mentre per gli altri due criteri (oggettivi) le scelte erano la diretta conseguenza di una

serie di analisi strumentali (per quanto povere), nel caso dell'attribuzione genetica è lo stesso analista che, sulla base delle evidenze tessiturali e composizionali, propone la sua interpretazione basata sul ragionamento, la cui validità è spesso funzione di un *mix* di conoscenza ed esperienza diretta.

1.1.2. Classificazioni sì, classificazioni no

Per facilitare l'assimilazione dei passi da compiere verso il riconoscimento dei vari tipi principali di depositi sedimentari (litotipi), si procederà con qualche esempio. Pochi, ma sintomatici, in modo da chiarire, quanto più sinteticamente possibile, il percorso da adottare nel caso condividiate queste riflessioni prope-deutiche. Prima però può risultare vantaggioso entrare nel merito delle inesattezze – così fuorvianti! – nei quali ci si imbatte consultando la letteratura specialistica. Questa consapevolezza infatti aiuterà a liberare il campo da preconcetti. A tale proposito sono stati esaminati dieci volumi, tutti pubblicati nell'ultima decade.

- Sette testi su dieci affermano che i depositi sedimentari sono suddivisibili in clastici, organogeni e chimici. Il che dovrebbe significare (secondo la logica delle classificazioni) che un deposito “o è l'uno o l'altro o l'altro ancora”. Al massimo può essere una mescolanza fisica (miscela) di porzioni differenti, ma ognuna altrettanto riconducibile ad una delle tre categorie citate. Se le tre distinzioni sono messe *in parallelo*, una deve per forza escludere le altre, altrimenti non si tratta di una classificazione in grado di fare ordine tra le categorie, ma solo di generare ambiguità e incomprensioni.

L'errore. Mai mettere sullo stesso piano gerarchico distinzioni ottenute con criteri differenti! In questo caso, clastico è una distinzione che usa un **criterio tessiturale**, mentre organogeno e chimico sono entrambe distinzioni basate sul **criterio genetico**. Per spiegare meglio il concetto (paragrafo 1.1.3) si può anticipare che esistono depositi organogeni che al tempo stesso sono anche indiscutibilmente... clastici. Allora, c'è qualcosa che non funziona all'interno della classificazione, perlomeno così come solitamente è proposta.

- L'ottavo testo distingue i depositi sedimentari in evaporitici, carbonatici, silicei e terrigeni. Quest'ultimo, si ricordi, è un termine corretto usato per definire, con **criterio genetico**, i depositi derivati dallo smantellamento di preesistenti rocce della più varia natura.

L'errore. Mentre gli ultimi due insiemi sono individuati con l'uso di un **criterio composizionale** (carbonatici, silicei), i primi due gruppi si basano su un **criterio genetico** (terrigeni, evaporitici). Per capirci, un deposito terrigeno può essere al tempo stesso *anche* carbonatico oppure siliceo o qualcos'altro ancora.

Un ulteriore errore (peccato veniale, questa volta) si ravvisa nell'utilizzo dell'insieme “depositi evaporitici”, inteso come categoria di rango superiore. Lo stesso insieme di rocce (evaporiti) si comprende meglio se descritto come particolare sottoinsieme dei più ampi depositi chimici.

- Il nono volume propone qualcosa che risulta suscettibile di non pochi fraintendimenti. I depositi sedimentari qui risultano divisi in due grandi gruppi: clastici (o detritici); chimici (o non detritici). Quest'ultimo insieme, a sua volta, si scomporrebbe in: calcari biochimici + calcari chimici, evaporiti. **L'errore.** Non è uno solo. Ce ne sono moltissimi, organizzati a *matrioska*. Troppo difficile anche solo commentarli a causa di una commistione arbitraria di criteri composizionali-genetici che generano confusione e sconcerto in chi tenta di trovare un'utile chiave diagnostica applicabile ai depositi sedimentari.

- L'ultimo testo considerato – anche questa volta universitario – raggruppa e distingue i sedimenti in carbonatici, silicei ed evaporitici. Dopo aver definito gli ambienti in cui si accumulano i vari tipi di depositi sedimentari, affermando che esistono ambienti palustri, pelagici (cioè di mare aperto), evaporitici e carbonatici.

L'errore. I primi due termini (palustre, pelagico) indicano una situazione per così dire “fisiografica”, cioè ambientale. Il terzo termine fa invece riferimento al clima, iniziando a creare un po' di problemi, seppure ancora non del tutto destabilizzanti. Osservate ora il quarto termine del gruppo: carbonatico. Fa riferimento a un **criterio composizionale**; il termine è messo sullo stesso piano degli altri tre (della serie: “o è l'uno, o è l'altro”). Per minare alle fondamenta la validità di una classificazione simile basti

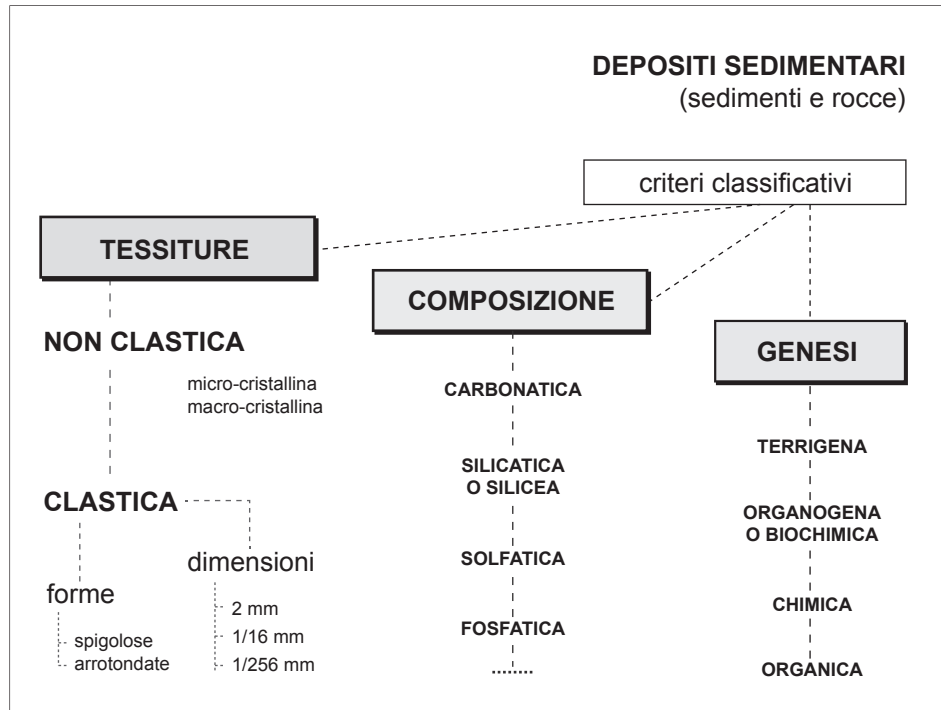


Figura 1.2. Criteri in uso per classificare i depositi sedimentari (fonte: Venturini, 2010)

ricordare che i depositi carbonatici si possono formare *anche* in ambiente evaporitico e, in quantità considerevoli, *anche* in condizioni pelagiche (ossia di mare aperto).

Terminata questa breve rassegna – ma anche aumentando statisticamente la popolazione presa in considerazione, vi assicuro che i risultati restano i medesimi – l’ultimo passo irrinunciabile è l’esame diretto di alcuni campioni rappresentativi. Questo al fine di applicare i corretti criteri diagnostici e fare pratica di riconoscimento litologico (su sedimenti e rocce sedimentarie) con l’utilizzo delle nuove chiavi di lettura. Prima di passare agli esempi pratici, si cercherà di sintetizzare lo schema generale di classificazione in modo da offrire un quadro chiaro e privo di ambiguità. Riassumendo, i depositi sedimentari (le rocce e i sedimenti) possono dunque essere riconosciuti e classificati usando – *in parallelo* – più criteri (figura 1.2):

- **Tessiturale.**
- **Composizionale.**
- **Genetico.**

CRITERIO TESSITURALE

Con il **criterio tessiturale** si valuta se il campione è formato da elementi clastici (blocchi, frammenti, ciottoli, granuli, particelle) oppure da cristalli; se ne individua la classe dimensionale e se si tratta di elementi clastici superiori a 2 mm, se ne valuta anche la forma: se spigolosi saranno definiti *frammenti* o *pietrisco* (insieme di frammenti) oppure, se arrotondati, *ciottoli*. Al tempo stesso, nei depositi clastici grossolani si quantifica anche la presenza di matrice (abbondante, media, scarsa, assente), la cernita e assortimento e l’eventuale disposizione orientata dei clasti (paragrafo 1.1.2).

CRITERIO COMPOSIZIONALE

Con il **criterio composizionale** si determina la natura chimico-mineralogica di quello stesso campione. A tal fine si utilizza l’acido cloridrico diluito (HCl), in grado di rilevare la presenza di componenti carbonatiche, e una punta d’acciaio, per saggiare la durezza dei componenti. Carbonatica e silicatica (o silicea che dir si voglia) sono le composizioni più rappresentate in natura, presenti accanto a quelle solfatica, fosfatica, etc., nettamente subordinate.

CRITERIO GENETICO

Con il **critério genetico** si stabiliscono invece le probabili derivazioni e origini di quel medesimo deposito, già esaminato usando i precedenti criteri diagnostici (**tessiturale e composizionale**). Esistono in tal caso possibilità differenti. **Depositi terrigeni**, dovuti a smantellamento fisico-chimico di antiche rocce. **Depositi organogeni** (detti anche *biochimici*), legati all'attività di organismi (anche piante, ad esempio alcuni tipi di alga), in grado di produrre gusci, impalcature, rivestimenti e quantità inverosimili di particelle minerali finissime. Tutte componenti che si accumulano nell'ambiente stesso di produzione o a breve distanza da esso. **Depositi chimici**, comprendenti il sottogruppo dei depositi evaporitici e che, complessivamente, sono in relazione con la produzione di sali precipitati da soluzioni che, per varie ragioni, sono diventate soprassature. Volumetricamente scarsi in natura, comprendono depositi che spaziano dalle anidriti ai gessi (solfati) al salgemma (cloruri), a vari tipi di carbonati.

In questo insieme genetico – depositi chimici – si incontrano anche delle rocce particolari, classificate come rocce chimiche secondarie. Tra queste le più frequenti sono le dolomie, seguite a breve distanza da una buona parte di quelle rocce note come selci. Si tratta – la definizione “secondarie” lo suggerisce – di rocce dovute a trasformazioni oppure che si originano per trasformazione e modifica (metasomatismo) di successioni sedimentarie già accumulate.

Ad esempio, la pressoché totalità delle dolomie presenti in natura deriva da trasformazioni chimico-mineralogiche che hanno modificato precedenti depositi calcarei. Così come avviene per le selci, le quali possono nascere come rocce chimiche secondarie e allora si tratterà di noduli, lenti e arnioni di selce, ma anche di interi strati che si trasformano in livelli di selce modificando precedenti litologie calcaree (figure 1.3a,b).

Così come è anche frequente imbattersi in potenti successioni di sole selci, organizzate in fitti strati decimetrici (figura 1.4), nati dall'accumulo di particelle organogene (ad esempio i radiolari, foraminiferi pelagici unicellulari dal microscopico guscio siliceo) le quali, durante la diagenesi, hanno subito una totale ricristallizzazione capace di cancellare quasi totalmente ogni vestigia dell'originario contenuto fossile.

Selci, queste, che si sono dunque generate come depositi organogeni, ma che la diagenesi, a ben vedere, ha trasformato in rocce chimiche secondarie.

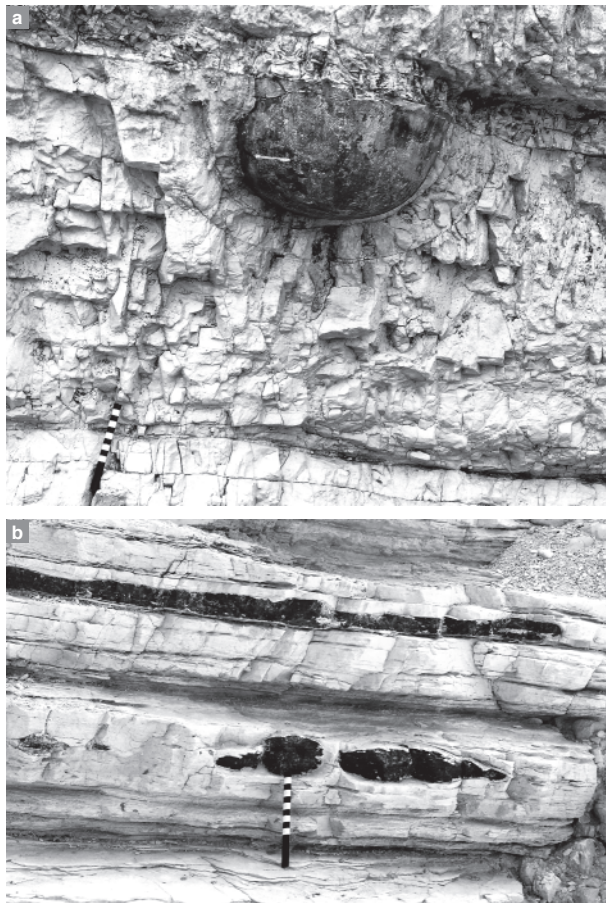


Figura 1.3. a) Nodulo (\varnothing 30 cm) di selce secondaria cresciuto nei calcari cretaci della piattaforma garganica. Vieste (FG); b) Lente e livello di selce secondaria. Calcari del Cretaceo. Vieste (FG). La barretta misura 15 cm

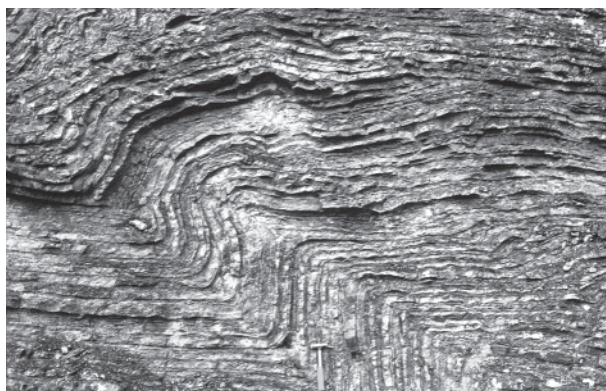


Figura 1.4. Selce radiolaritica. Pur essendo una litologia considerata fragile può deformarsi in modo plastico se sottoposta a spinte prolungate nel tempo e attive a parecchi chilometri di profondità

A questi tre insiemi, capaci di raggruppare gran parte dei depositi sedimentari presenti in natura, si aggiunge la categoria dei *depositi organici*. Anch'essa è collocabile sullo stesso livello gerarchico dei precedenti insiemi (figura 1.2), anche se percentualmente è molto meno rappresentata.

Sono depositi di questo tipo i carboni e gli idrocarburi, rappresentati da prevalenza assoluta di sostanze minerali di diretta derivazione organica (sia vegetale che animale) prodotte a spese di depositi accumulati in condizioni anossiche che ne hanno inibito la putrefazione. Naturalmente i depositi originari sono stati sottoposti a vari gradi di “cottura” e progressiva “maturazione”, dovute tanto al carico litostatico (quello dei nuovi depositi che li hanno coperti), quanto all'aumento di temperatura, proporzionale alla profondità crostale raggiunta.

1.1.2.1. Problemi e soluzioni

Può accadere che in uno stesso campione si trovino miscelate e commiste porzioni che derivano da origini differenti (ad esempio, una sabbia che si presenta in parte terrigena e in parte organogena) oppure che abbiano composizioni diverse (ad esempio, un deposito che in parte è carbonatico e in parte silicatico, come le finissime marne) o ancora che presentino granulometrie differenti (ad esempio, ciottoli e sabbie insieme). Basterà tenere presente l'eventualità al momento di classificarlo.

I problemi connessi alle classificazioni dei depositi sedimentari sono vari e tutti in grado di generare incertezze, se non confusioni. Il primo riguarda le tessiture, ma... è un aspetto che sconfinava anche nelle composizioni. Questa volta non sono gli autori dei libri di testo a presentare la materia con ambiguità, dato che in questo frangente si limitano semplicemente a perpetuare una terminologia da sempre ambigua, comunemente usata da tutti i geologi.

Proverò a proporre una soluzione che aggira e risolve il problema, anche se ogni modifica a un ordine preconstituito – anche se a mio avviso si tratta quasi di un “disordine costituito” – ha buone probabilità di essere tacciata di eresia. Eppure questa proposta sarebbe l'unico modo per favorire la comprensione dove oggi impera la confusione.

1° PROBLEMA

Il problema riguarda i depositi clastici, ossia quelli formati da un insieme di elementi delle più svariate dimensioni (da infinitesime a enormi), i quali, asportati per erosione chimico-fisica da ammassi rocciosi contemporanei o preesistenti, si depositano a breve, media o lunga distanza, formando nuovi accumuli sedimentari.

Si tratta di un'incongruenza dovuta al lessico geologico che da sempre è utilizzato per descrivere questi prodotti sedimentari particolari. A tal proposito, ricordo che, universalmente (figura 1.5), nei depositi clastici:

- Gli elementi superiori a 2 mm sono definiti frammenti (se spigolosi) e ciottoli (se arrotondati); un insieme di elementi sciolti, se spigolosi, corrisponde al pietrisco, se arrotondati alla ghiaia.
- Gli elementi compresi tra 2 e 1/16 di mm sono chiamati granuli e un insieme di granuli dà le sabbie, depositi non cementati.
- Gli elementi compresi tra 1/16 e 1/25 mm (ancora visibili ad occhio nudo, seppure a fatica) sono il cosiddetto *silt*.
- Le particelle microscopiche, quelle inferiori a 1/25 mm (ormai invisibili ad occhio nudo) sono le note argille, termine utilizzato per il sedimento non cementato.

Quest'ultimo termine – sia per noi docenti sia per le infinite generazioni di studenti – è purtroppo entrato nell'uso comune *non solo* per indicare i sedimenti formati da particelle finissime, ma *anche* con precisi connotati composizionali. Ancora una volta due criteri che dovrebbero restare distinti (quello **tessiturale** e quello **composizionale**) sono mescolati e confusi, addirittura fondendosi in un termine del comune lessico geologico!

Qualsiasi testo consultiate a riguardo vi parlerà delle *argille* come di “depositi formati da 4 tipi di fillosilicati differenti”. Ora l'incongruenza è diventata palese e, cosa peggiore, si ripercuote sulla possibilità di ottenere quell'agognata chiave di lettura, univoca e priva di ambiguità di sorta. Per ottenere chiarezza,

qualsiasi termine granulometrico – cioè dimensionale (la granulometria è una tessitura) – *non* dovrebbe essere usato *anche* con significato composizionale. Se ciò avviene – e di fatto la prassi è in uso da più di un secolo – è improbabile che le classificazioni riescano a generare chiarezza. Solo nel momento in cui ai depositi finissimi (meno di 1/25 mm) si associ un'indicazione composizionale e la stessa sia fillosilicatica, avrebbe un senso usare il termine *argilla*.

Tra l'altro, con una terminologia da tempo in uso, la “polvere” a composizione carbonatica calcarea è comunemente definita come *micrite*, quella a composizione carbonatica dolomitica è nota come *dolomicrite*, quella a composizione mista, fillosilicatica e calcarea (in proporzioni variabili, comprese tra 35% e 65%) come *marna*. Tutti depositi dunque (argilla, polvere micritica, polvere dolomicritica, marna) formati da “polveri”, ossia da particelle più fini di 1/25 mm.

Per sottolineare concretamente l'incongruenza del termine “argilla”, nella sua doppia e ambigua valenza, è sufficiente un esempio su tutti. Recatevi idealmente a valle di un massiccio interamente calcareo e ancora coperto da una coltre di ghiaccio. Dalla lingua glaciale principale, il relativo torrente sub-glaciale emergerà con le proprie acque torbide, biancastre, ricche di particelle calcaree finissime. Derivano da rocce calcaree triturate e polverizzate dalla massa di ghiaccio in lento movimento e portate in sospensione dalle acque. Moltissime saranno quelle inferiori a 1/25 mm. Veicolate dall'acqua si andranno a concentrare in zone dove l'energia del flusso si smorza e poi annulla. Osserviamo il deposito che lentamente decanta. Dimensionalmente (ci atteniamo alle classificazioni granulometriche in uso) si tratterà di argille. Eppure, al tempo stesso, guai chiamarle argille! Non si tratta di fillosilicati ma di polveri calcaree. Per inciso, se il massiccio fosse stato dolomitico, il prodotto sarebbe stato una polvere dolomitica.

Da tutto questo si evince che per sanare la radicata incongruenza terminologica, capace anch'essa di seminare difficoltà insormontabili nella comprensione dell'argomento sedimenti / rocce sedimentarie, sarebbe necessario modificare coraggiosamente la terminologia attualmente in uso, anche a costo di diventare impopolari presso i geologi più conservatori. Cosa difficile, ma non improponibile, vista la posta in gioco: rendere più nitide e chiare le lettere del nostro alfabeto geologico, eliminando i significati ambigui e azzerando le incomprensioni, dando infine a ogni termine un significato univoco.

Soluzione. Ecco la proposta, che in fondo ritengo quasi indolore. Il “problema argille” – se vogliamo definirlo così – potrebbe essere emendato utilizzando per *tutti* i sedimenti formati da particelle sotto a 1/25 mm un termine comune, nuovo, privo di ambiguità e soprattutto caratterizzato dal solo significato granulometrico, come ad esempio *polvere* (ma potrebbe essere anche un altro, se si riuscisse a trovarlo). In questo caso, i termini argilla, micriti, dolomicriti, etc. acquisterebbero uno specifico significato composizionale, seppure trasmettendo al tempo stesso il concetto che si sta facendo riferimento a sedimenti formati particelle finissime.

2° PROBLEMA

Volendo continuare ad affondare “il martello nella piega” ci sarebbe un ulteriore aspetto da emendare. Questo per fare sì che il riconoscimento tanto delle rocce sedimentarie, quanto dei sedimenti, diventi sempre meno arduo, meno macchinoso e soprattutto più logico e naturale. Facendo sempre riferimento alla nomenclatura italiana d'uso comune fra i geologi che classificano i depositi sedimentari, si incontra una seconda incongruenza.

Anch'essa sembra fatta apposta per rendere difficile la memorizzazione (e la comprensione) delle numerose suddivisioni di base, complicandole senza un'apparente ragione. Quando (figura 1.5) si passa dal deposito sciolto (sedimento) al suo corrispondente cementato (roccia), in genere, i termini acquisiscono un suffisso: -ite o -ato, indicativo di una condizione “cementata”.

A tal proposito, troviamo conglomerato, arenite, siltite, argillite, a rappresentare i corrispondenti coerenti delle ghiaie, sabbie (arena!), silt e delle... argille. Purtroppo per noi, che spesso mutuamo acriticamente i termini dall'inglese, oggi ci troviamo parole come micrite (e dolomicrite) che, allo studente o al profano che vuole imparare, suggeriscono impropriamente una condizione esclusivamente “cementata”. Invece con micrite intendiamo tanto la polvere calcarea (deposito sciolto, incoerente), quanto la roccia calcarea finissima (deposito cementato, coerente). Il suo nome è stato coniato nel 1959 da R. Folk, noto geologo del petrolio, ed è un acronimo di “microcrystalline calcite”.

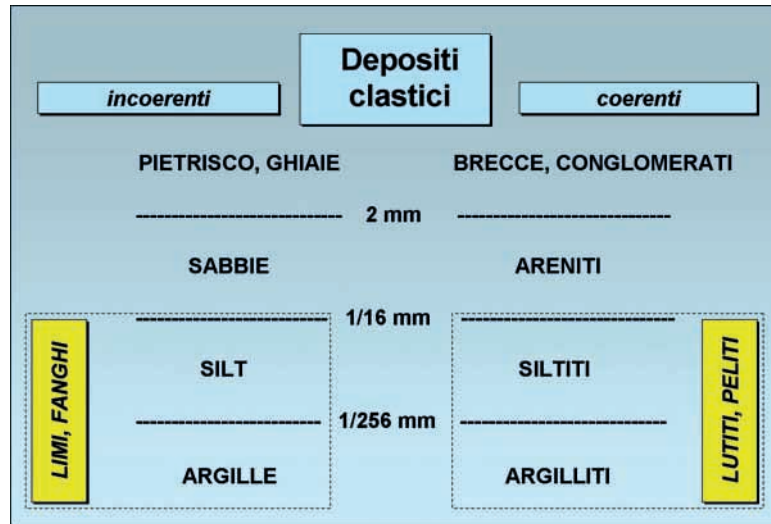


Figura 1.5. Classificazione tessiturale dei depositi sedimentari clastici basata sulle dimensioni degli elementi

Soluzione. Più conveniente sarebbe parlare, nei relativi casi, di polvere calcarea (corrispondente al *lime mud*), intesa come fanghiglia ancora incoerente, e di micrite, intesa come roccia calcarea finissima, dunque cementata e coerente.

1.1.2.2. Strategia di approccio all'analisi speditiva

Vi propongo di seguito una serie di passi – non obbligati, ma raccomandati – volti a facilitare l'analisi rapida ed empirica di un campione di roccia. Applicarli nell'ordine suggerito porta a ottenere con maggiore rapidità e facilità il risultato cercato: definire la “carta d'identità” del campione oggetto di osservazione. Ci troviamo dunque tra le mani una roccia da comprendere. Poco importa che siamo di fronte ad un affioramento o seduti a una scrivania. Ecco come procedere.

1^A FASE

Riconoscere la presenza di eventuali dati deformativi (fratture, micro-deformazioni tettoniche, clivaggio, ecc.) intervenuti dopo che il deposito si era cementato (figure 1.6a,b). Queste evidenze non riguardano i dati originari della roccia, tessiturale e composizionali. Chi ha poca esperienza spesso tende a interpretare

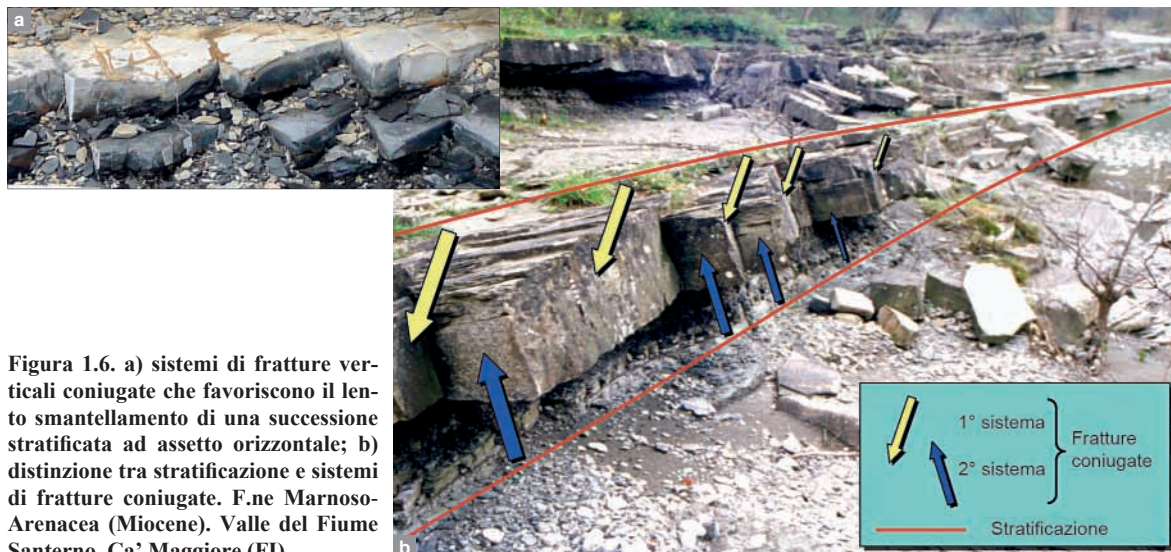


Figura 1.6. a) sistemi di fratture verticali coniugate che favoriscono il lento smantellamento di una successione stratificata ad assetto orizzontale; b) distinzione tra stratificazione e sistemi di fratture coniugate. F.ne Marnoso-Arenacea (Miocene). Valle del Fiume Santerno, Ca' Maggiore (FI)

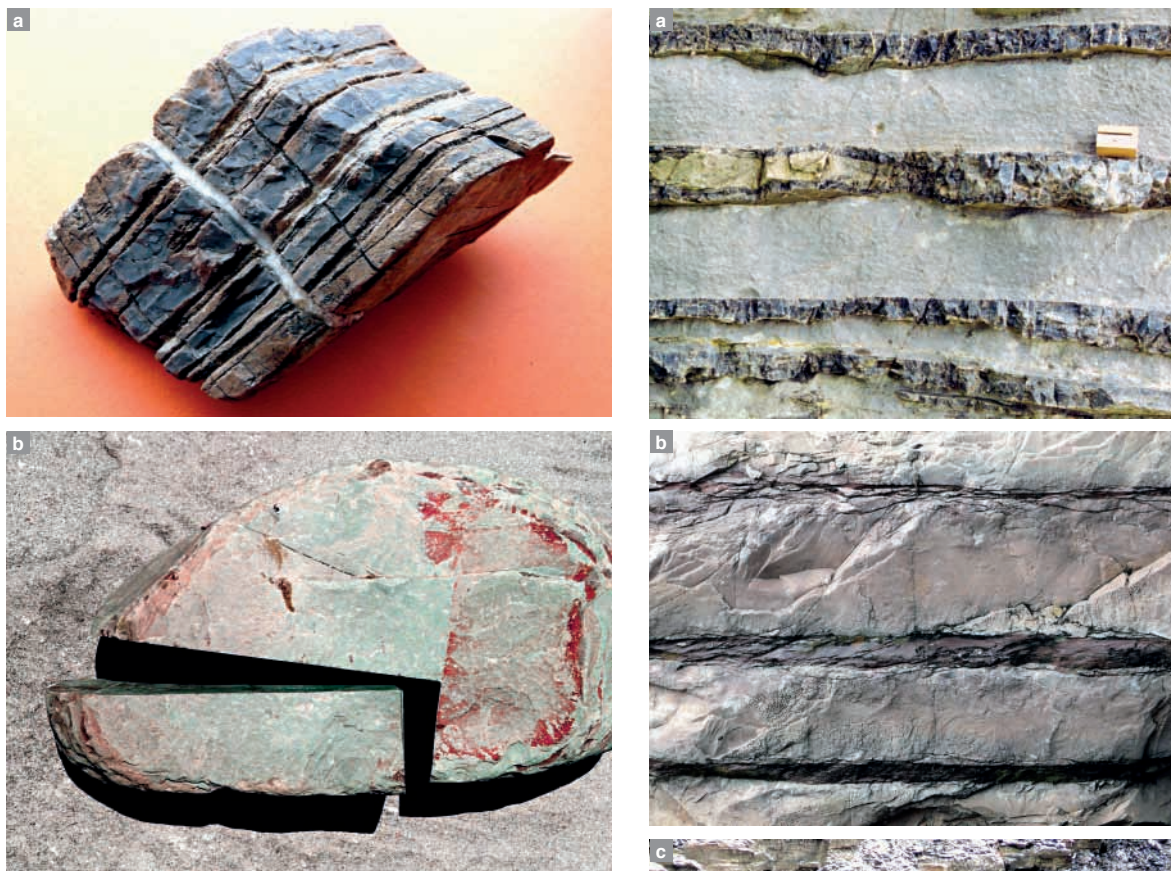


Figura 1.7. a) Questo blocchetto di petriscio (\varnothing 10 cm) è formato da una fitta successione di strati calcarei e selciferi (selce secondaria). I suoi limiti sono rappresentati da superfici di strato e da fratture. In più, il volume del campione a mano è interessato da una micro-faglia (rigetto millimetrico dei lembi), riempita da calcite spatica, ossia in evidenti cristalli, e da impercettibili piani di frattura; b) blocco calcareo (\varnothing 35 cm) fluviale pervaso da sistemi di sottilissime fratture. La loro disposizione condizionerà la forma dei futuri clasti prodotti dagli urti innescati durante le periodiche piene fluviali

un sistema di fratture (piani verticali spazati regolarmente) riempite da calcite o quarzo, come livelli sedimentari (figura 1.7a). Quando un campione roccioso presenta uno o più lati costituiti da superfici planari occorre distinguere le superfici di stratificazione da quelle di frattura. Solitamente queste ultime hanno piani molto netti e lisci (figura 1.7b).

Tenete presente che in un campione a mano le fratture potrebbero essere confuse con i piani di stratificazione. Un modo per non sbagliare è quello di osservare bene la natura dei piani. L'eventuale presenza sulle superfici di materiale cristallino biancastro (usate la lente), in spessori da sub-millimetrici a centimetrici, vi spinge a interpretarle come fratture (o micro-faglie) riempite da calcite o quarzo. Un altro controllo si basa sulle variazioni granulometriche (le dimensioni dei clasti). Ad esempio, in molti depositi i singoli strati o i gruppi di lamine, hanno i propri granuli che calano di dimensione verso l'alto, perpendicolarmente alla stratificazione (e non alle fratture!). In ogni caso, solo eliminando (mentalmente) i dati relativi alle deformazioni subite dopo la litificazione (i dati della *si deforma*), potrete concentrarvi su quelli originari del deposito, i dati inerenti alla *si forma*.

Figura 1.8. a) Alternanza litologica calcari-selci (secondarie). È percepibile l'intima fatturazione delle selci e la propensione alla dissoluzione dei calcari, meno sporgenti delle selci; b) alternanza litologica tra calcari (strati più spessi) e marne calcaree. Queste ultime, nel caso di spinte tangenziali applicate al volume roccioso, tendono a favorire scollamenti planari e movimenti interstrato; c) alternanza litologica tra siltiti e marne. Successione torboidica; F.ne Marnoso-Arenacea, Appennino tosco-emiliano

2^A FASE

Successivamente, diventa importante distinguere se la composizione del campione si presenta tendenzialmente omogenea o lo stesso è scomponibile in due (o più) litologie. Solitamente, se il campione non presenta stratificazione visibile è omogeneo. Anche quando la stratificazione è evidente il campione potrebbe comunque essere composizionalmente omogeneo. In altri casi, in presenza di stratificazione, potrebbero invece riconoscersi alternanze di litologie diverse (figure 1.8a,b,c). Se questo accade l'analisi dovrà procedere, *indipendentemente*, sulle singole litologie (generalmente nello stesso campione non sono più di due).

1.1.2.3. Modalità di analisi speditive

Terminate queste importanti osservazioni preliminari – vale a dire le due fasi sopra descritte – si può entrare nel merito delle varie analisi da compiere sui singoli campioni di roccia. Una di queste riguarda la composizione del deposito, dei suoi eventuali elementi clastici, del relativo cemento che li lega. In questo paragrafo si dimostra come, nella pratica, è possibile risolvere i principali dubbi che si presentano durante le analisi composizionali di tipo rapido ed empirico.

CALCARI E DOLOMIE

Ai due estremi delle rocce carbonatiche si trovano i calcari [CaCO_3] e le dolomie [$(\text{Ca,Mg})(\text{CO}_3)_2$]. L'uso dell'acido cloridrico (HCl) diluito è utile per confermare la composizione carbonatica della roccia e, al tempo stesso, per discriminare i calcari dalle dolomie. Mentre le rocce calcaree cosparse di modeste quantità di HCl diluito “friggono”, per così dire, in modo poderoso (la reazione libera CO_2 e H_2O), quelle dolomitiche non danno effervescenza, perlomeno visibile a occhio nudo. In effetti, nelle dolomie la reazione chimica c'è ma è così lenta che per metterla in evidenza serve un trucco. Basta polverizzare un po' di roccia e cospargerla poi con qualche goccia di HCl. Se si tratta di dolomia questa volta, infatti, “friggerà” discretamente. L'esperienza dunque insegna che se alla prima passata di acido non accade nulla, non per questo bisogna “abbandonare la presa”. Riproverete allora polverizzandone una piccola parte, graffiando la roccia con la punta d'acciaio (basta un quantità minima) e solo dopo trarrete le debite conclusioni.

Vi chiederete la ragione di un simile effetto. Ebbene, frantumando una ridottissima parte del campione, avete ottenuto una polvere in cui la superficie complessiva di tutte le microscopiche particelle prodotte è diventata almeno due o tre ordini di grandezza maggiore della superficie iniziale, pur restando raccolta e concentrata. Va da sé che l'effetto ottenuto (l'effervescenza) è paragonabile al concentrare di notte, in un punto solo, mille candele accese che fino a poco prima erano sparse su un ettaro di territorio. In quel punto, improvvisamente, la luce/effervescenza diventa un faro. Quanto abbiamo ottenuto basta per stabilire che si tratta di una roccia carbonatica e più precisamente di una dolomia [$(\text{Ca,Mg})(\text{CO}_3)_2$].

CLASTI E CEMENTI CALCAREI O NON CALCAREI

L'HCl serve anche a investigare la natura del cemento che, in una roccia, lega i costituenti clastici dell'originario sedimento. In questo caso stiamo parlando di *rocce clastiche*, ossia formate di particelle, granuli, ciottoli, frammenti o blocchi. Si ricordi che tutte le rocce terrigene sono anche clastiche, così come lo è anche una parte – ma solo una parte! – delle rocce organogene. Quando una roccia clastica medio-fine (arenite o siltite) è cosparsa di HCl e dà effervescenza (meglio specificare che “dà effervescenza” piuttosto che dire “frigge”) e ci si chiede quale possa essere la ragione.

- Potrebbe trattarsi di granuli e matrice calcarei (la matrice – v. oltre – in genere ha la medesima composizione dei granuli), ma di cemento non calcareo.
- Oppure potrebbero essere calcarei tanto i granuli quanto il cemento che li tiene uniti.
- Ancora, potrebbe essere calcareo solo il cemento e non i granuli.

Cerchiamo un metodo empirico che fornisca delle risposte, caso per caso.

GRANULI CALCAREI – CEMENTO CALCAREO

Situazione comune. Effervescenza massima che, cospargendo ripetutamente con HCl la superficie trattata, prosegue sempre con la stessa intensità iniziale.

GRANULI CALCAREI – CEMENTO NON CALCAREO

Situazione molto improbabile. Se i clasti sono calcarei, c'è una probabilità altissima (pressoché assoluta) che lo sia anche il cemento; dunque il problema non sussiste.

GRANULI NON CALCAREI – CEMENTO CALCAREO

Situazione frequente. In questo caso cospargete un cm² di roccia con HCl. Aspettate che l'effervescenza termini, poi sulla stessa porzione versate nuovo acido. Se la liberazione di CO₂ diminuisce rispetto alla prima passata, e se diventa ancora minore alla terza, fino poi a sparire del tutto dopo *n* passate (ma sarà sufficiente percepire il *trend* di calo), significa che è solo il cemento ad essere calcareo e non i granuli. La ragione di questo effetto sta nel fatto che, ad ogni passata di acido cloridrico, il velo di cemento calcareo che unisce i granuli presenti alla superficie del campione tende sempre più a dissolversi, fino a sparire del tutto. Quando questo accade vuol dire che l'intera superficie trattata con acido è ormai formata solo da granuli, uno accanto all'altro. E si tratterà di granuli non calcarei, in quanto non danno reazione chimica. Certamente, ci sarà ancora del cemento calcareo che li tiene uniti, ma "sotto" la superficie del campione.

GRANULI NON CALCAREI – CEMENTO NON CALCAREO

Situazione frequente. Nessuna effervescenza in atto utilizzando HCl. A questo proposito (granuli non calcarei), si può aggiungere qualcosa riguardo alla composizione di un campione, pur senza entrare in un campo di studio che si rivelerebbe più dettagliato del previsto e molto specifico. Per classificare un'arenite dal punto di vista composizionale (lo si fa osservando al microscopio le sezioni sottili dei campioni di

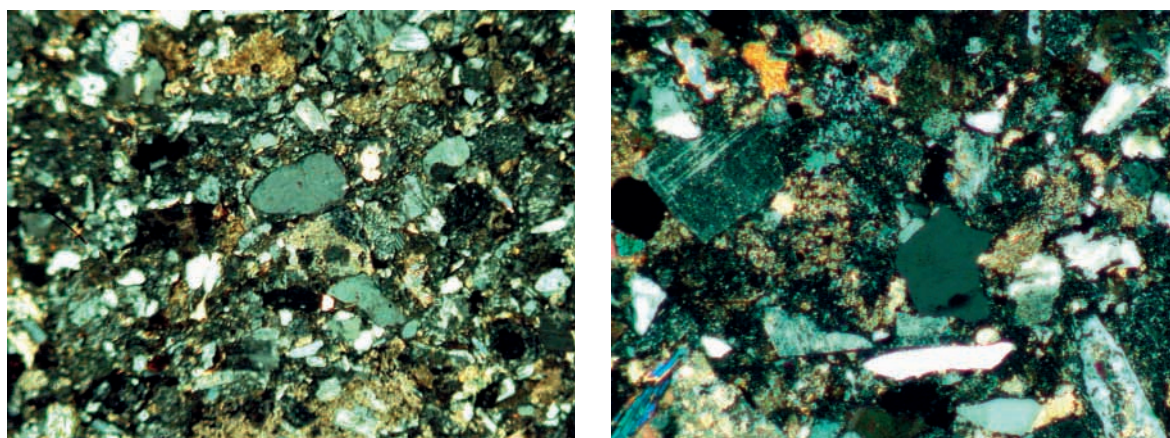


Figura 1.9. a) Arenite quarzosa litica osservata al microscopio ottico (*nicol* incrociati), (x 10 ingr.); b) arenite litica osservata al microscopio ottico (*nicol* incrociati), (x 5 ingr.)

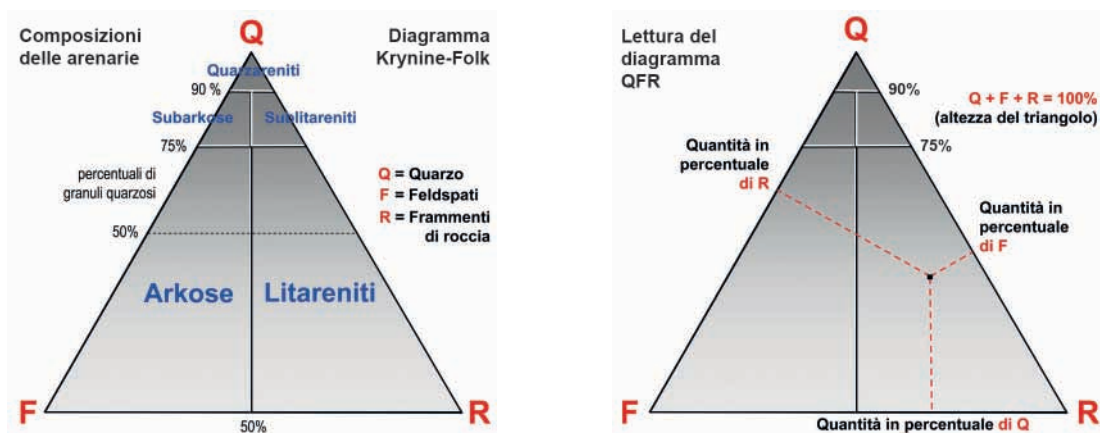


Figura 1.10. a) Diagramma ternario semplificato (a tre variabili) applicabile alla classificazione composizionale delle areniti; b) modalità di lettura dei diagrammi a tre variabili, basata sulla stima dei valori percentuali assegnabili a un punto dato

roccia, figure 1.9a,b) ci viene in aiuto il diagramma ternario di Krynine-Folk (figure 1.10a,b). Le variabili del diagramma sono Q (quarzo), F (feldspati) ed R (o L , frammenti di roccia o frammenti litici). Mentre Q ed F non hanno problemi ad essere compresi, si tratta di granuli formati dall'uno o dall'altro minerale, per molti studenti i "frammenti di roccia" (R) sono una variabile difficile da memorizzare e, probabilmente, meno immediata come comprensione.

Eppure basta rendersi conto che quando un antico massiccio roccioso è smantellato dall'erosione, non tutti i granuli che si formano sono costituiti, come Q ed F (i più abbondanti in natura), da un unico minerale. Molti granuli, pur nella loro minima dimensione, sono un "riassunto" della roccia madre dalla quale provengono. Ecco allora la presenza di granuli di una vulcanite, di una fillade (roccia metamorfica) o anche di un'antica siltite. E perché no, di un antico calcare o di una dolomia. Si tratta, in tutti questi casi di granuli classificabili come R (o L che dir si voglia), cioè frammenti di roccia.

POLVERI E FANGHI FILLOSILICATICI

Può capitare di esaminare un deposito sedimentario cementato che presenta una tessitura molto fine: un originario limo o fango (sinonimi), trasformato dalla diagenesi in lutite o pelite (sinonimi). Si ricordi che i limi (o fanghi) sono una supra-categoria granulometrica che ingloba tutte le particelle inferiori a 1/16 di mm (quindi silt e polvere-"argilla"). A questo punto, cosparso di HCl diluito, il campione non dà la minima effervescenza. La punta d'acciaio lo scalfisce e forma un solco. La polvere che ne deriva continua a non reagire all'acido. Composizione e prova di durezza effettuate sul deposito cementato portano a classificarlo come pelite (tessitura) fillosilicatica (composizione).

Vi chiederete inoltre com'è distinguibile una pelite da un'argillite. Un'argillite è tanto fine che appare, tanto alla vista quanto al tatto, come la farina per dolci o lo zucchero a velo o ancora come il borotalco compresso: particelle invisibili e superfici perfettamente lisce, prive di asperità. Nelle peliti invece le particelle continuano ancora a non essere visibili (se non a un occhio esperto o con l'uso di una lente potente), ma le superfici di strato sono al tatto moderatamente ruvide.

1.1.2.4. Il percorso verso la classificazione di un deposito sedimentario

Come ogni indagine che si rispetti, anche quella che si prefigge di classificare un deposito sedimentario coerente (una roccia) dovrebbe seguire un'impostazione logica e consequenziale. Si dimostra dunque conveniente eseguire le osservazioni e le analisi empiriche prima discusse, effettuandole secondo un ordine ben definito. Quanto segue propone dunque una serie di osservazioni che, nelle intenzioni, dovrebbe evitare di commettere grossolani errori di determinazione. Si procederà attraverso la formulazione di una serie di domande, distribuite secondo un ordine logico.

DOMANDA 1

Il campione di roccia presenta evidenze originate da deformazione (fratture, superfici di faglia o microfaglia, pieghe, etc.) e in più, tali superfici sono forse rivestite di minerali di nuova formazione come calcite o quarzo?

Se tali elementi sono presenti (v. figure 1.6a,b e 1.7a,b) vanno riconosciuti e "sottratti" dall'insieme dei dati che concorreranno a determinare la natura della roccia, in quanto acquisiti successivamente (*si deforma*) alla sua deposizione e litificazione (*si forma*).

DOMANDA 2

Il campione di roccia è omogeneo?

Per "omogeneo" si intende che, composizionalmente e tessituralmente, presenta in ogni sua parte caratteri simili e confrontabili; non è dunque formato da litologie differenti, né nettamente separate né sfumanti una nell'altra. Nel caso di roccia non omogenea (v. figure 1.8a,b,c), è necessario individuare le litologie differenti e procedere poi con osservazioni e analisi condotte separatamente sui due litotipi.

DOMANDA 3

Il campione di roccia è clastico (ossia formato da frammenti, ciottoli, granuli, particelle)?

E qui si presentano tre possibilità di risposta. Alle prime due (*Si*, *No*) corrisponde una diagnosi rapida e univoca, mentre l'ultima (*forse*) apre uno scenario di ulteriori eventualità da investigare:

- *Risposta 3a*. La risposta è “sicuramente *Si*” quando i clasti non scendono sotto la dimensione del silt (compreso tra 1/16 e 1/25 mm), in quanto è possibile riconoscerli a occhio nudo con un po' di esperienza oppure con l'aiuto di una lente. In questo caso, per un'analisi di dettaglio si può passare ad individuare, nell'ordine: a) la classe granulometrica più rappresentativa; b) l'eventuale classe granulometrica subordinata (se il sedimento è bimodale), la presenza o meno di matrice (valutandola speditivamente in abbondante, media, scarsa, assente e ricordando che più il deposito clastico è grossolano, più questa stima è facile), (figure 1.11a,b,c,d); c) la composizione del cemento (nella gran parte dei casi è carbonatico o siliceo).



Figura 1.11. a) Riconoscimento e significato degli elementi di un deposito clastico cementato (breccia): clasti, matrice, cemento; b) questo campione di conglomerato – a composizione e dimensioni eterogenee – presenta una superficie di frattura semi-levigata dall'acqua di un torrente. Si osservano molto bene i clasti (due classi dimensionali prevalenti, \varnothing 3-5 cm), la matrice (medio-scarsa) e, localmente, il cemento; c) conglomerato quarzoso. Si distinguono i clasti e la matrice (media). La presenza del cemento è naturalmente ovvia, ma non si percepisce a occhio nudo. Roccia terrigena; d) pietrisco (\varnothing 3-5 cm), privo di matrice. Deposito terrigeno

- *Risposta 3b.* La risposta può essere “No” se ad esempio la roccia è formata da un insieme di impalcature fossili in posizione vitale (ad esempio esoscheletri minerali di organismi costruttori, quelli che in genere – come i coralli s.l. – formano il cosiddetto *bioherma*, la porzione “vivente” delle scogliere organogene), (figura 1.12), oppure se la roccia è di origine chimica (primaria o secondaria, macro- o microcristallina), o ancora se si tratta di una roccia organica, quale ad esempio il carbone fossile, l’ambra (figura 1.13a), o il bitume (figura 1.13b).



Figura 1.12. Tipica roccia organogena calcarea formata dall’impalcatura di un unico organismo coloniale globoso



Figura 1.13. a) Resina attuale emessa dal tronco di un pino. Esemplifica il primo stadio di produzione dell’ambra fossile. Deposito sedimentario organico; b) Frammento di bitume. Idrocarburo solido a temperatura ambiente. Deposito organico

- *Risposta 3c.* La risposta diventa “forse” quando il deposito è formato unicamente da costituenti inferiori a 1/25 mm (polvere-“argilla”). Questo perché la granulometria è così fine e la roccia così compatta che, anche usando la lente, le certezze sono impossibili.

I passi che seguono si riferiscono esclusivamente alle “rocce finissime” (risposta 3c, *forse*). I loro costituenti, qualunque sia la loro composizione, sono così infinitesimi che risultano risolvibili solo con l’uso del microscopio ottico.

DOMANDA 4

Il campione di “roccia finissima” reagisce se cosparso con HCl diluito? Si incide usando la punta d’acciaio?
Seguono quattro differenti possibilità di risposta e di relativa diagnosi:

- *Risposta 4a. La roccia non dà alcuna effervescenza se cosparso con HCl. Si incide con estrema facilità usando la punta d’acciaio.* In più, il residuo ottenuto con l’incisione non dà effervescenza se cosparso con HCl diluito. In questo caso si tratta di polveri fillosilicatiche cementate, comunemente definite *argilliti*.
- *Risposta 4b. La roccia dà molta effervescenza se cosparso di HCl. Si incide con un po’ di sforzo usando la punta d’acciaio.* In questo caso si tratta di polveri calcaree cementate, comunemente chiamate *micriti* (o calcari micritici), (figura 1.14).
- *Risposta 4c. La roccia non dà effervescenza se cosparso con HCl. Si incide a fatica usando la punta d’acciaio. Il residuo ottenuto con l’incisione dà effervescenza se cosparso con HCl.* Osservando il campione con la lente si percepisce una tessitura che potrebbe essere definita micro-cristallina, più che clastica. In questo caso il campione è formato da polveri dolomitiche cementate, comunemente note come *dolomie micritiche* (o dolomicriti). Sono queste, come del resto il 99% delle dolomie presenti in natura, delle rocce secondarie di origine chimica (per sostituzione metasomatica) originate per trasformazione più o meno precoce di originari sedimenti calcari.
- *Risposta 4d. La roccia non dà assolutamente effervescenza se cosparso con HCl. Usando la punta d’acciaio non si scalfisce nel modo più assoluto.* Anzi, è la punta stessa che lascia una spalmatura sottilissima sulla roccia, la quale dunque si dimostra più dura del metallo. Anche in questo caso la lente evidenzia una struttura che in prima approssimazione potrebbe essere definita cripto-cristallina (v. figura 1.21). Si tratta di comuni *selci* che, a seconda dei casi, possono essere classificate come rocce secondarie di origine chimica (per sostituzione), oppure rocce organogene (per accumulo di gusci o resti organogeni silicei) che durante la diagenesi si sono trasformate in una massa compatta micro-cristallina.



Figura 1.14. Calcare micritico organogeno

1.1.3. Analisi speditive su campioni di depositi sedimentari

Di seguito si propongono le analisi effettuate su 12 campioni di sedimento/roccia sedimentaria. Sono tutte analisi basate su osservazioni empiriche effettuabili in qualsiasi contesto: percezione delle tessiture tramite la lente, reazione all’acido cloridrico diluito (HCl), durezza alla scalfittura.

CAMPIONE 1 (FIGURA 1.15)

Tessitura. Deposito clastico, non cementato.

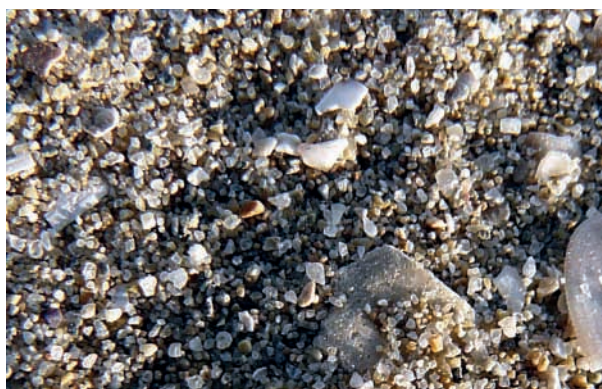


Figura 1.15. Sabbia calcarea organogena, (x 1,5 ingr.)

La dimensione dei granuli più abbondanti è compresa tra 1/16 e 2 mm. Si tratta di una sabbia (sedimento). **Composizione.** Reagisce molto all'acido cloridrico (HCl diluito). I granuli sono formati da frammenti di gusci (riconoscibili a vista) dalla composizione calcarea. Si deduce facilmente che si sono formati e sono stati triturati "in loco", nella stessa area di produzione e in tempi ravvicinati.

Genesi. Il sedimento è organogeno (sinonimo di biochimico), pur essendo *anche* clastico.

Il *campione 1* può essere così definito: **sedimento organogeno** o **biochimico** (genesì), **sabbia** (tessitura) **calcarea** (composizione) **bioclastica** (ossia formata da frammenti originati da impalcature o gusci di organismi).

CAMPIONE 2 (FIGURA 1.16)

Tessitura. Deposito clastico, cementato. La dimensione degli elementi più abbondanti è tra 2 mm e 1/16 mm. La granulometria è quella di una sabbia; ma (attenzione!) *non* è classificabile come sabbia, dato che i granuli sono saldati dal cemento. Si tratta allora di un'arenite (la sabbia cementata).

Composizione. Reagisce molto all'attacco dell'acido cloridrico (HCl diluito); la composizione (carbonatica) è dunque calcarea. I granuli, visibili ad occhio nudo, sono senza dubbio dei frammenti di gusci e/o impalcature minerali di originari organismi (marini). Una considerazione sulla composizione del cemento che lega i granuli: quando questi ultimi sono in prevalenza calcarei anche il cemento solitamente è calcareo.

Genesi. Si tratta di una roccia organogena (detta anche *biochimica*). I frammenti che la formano sono dei bioclasti.



Figura 1.16. Arenite calcarea organogena, (x 2 ingr.)

Il *campione 2* può essere così definito: **roccia organogena** o **biochimica** (genesì), **arenite** (tessitura) **calcarea** (composizione) **bioclastica** (ossia prodotta dall'accumulo di frammenti di spoglie di organismi). Volendo si può semplificare e, con nomenclatura composizionale-tessitura-genetica(!), chiamarla **calcarenite organogena** (o **biochimica**).

CAMPIONE 3 (FIGURA 1.17)

Tessitura. Deposito clastico, cementato. La dimensione dei granuli è compresa tra 1/16 e 2 mm. La granulometria è quella di una sabbia ma, essendo il deposito cementato (roccia!), è classificabile come arenite (o arenaria che dir si voglia, termine questo meno scientifico ma più noto).



Figura 1.17. Arenite litica. Roccia terrigena



Figura 1.18. Arenite litica con granuli micacei muscovitici (accessori). Roccia terrigena

Composizione. Non reagisce all'acido cloridrico (HCl diluito), nemmeno se polverizzata. Si può dedurre che tanto i granuli, quanto il cemento che li tiene uniti, non sono di natura carbonatica. Osservati con la lente, quasi tutti i granuli mostrano un aspetto “vitreo” e opaco tipico dei cristalli di quarzo. Si notano inoltre delle sparse lamelle argentee (figura 1.18): sono frammenti di cristalli di mica chiara (muscovite, fillosilicati dalla formula complessa).

Genesi. Roccia sicuramente terrigena, prodotta dallo smantellamento di antichi rilievi ricchi in quarzo e miche. Si può ricordare che le miche chiare, così come il quarzo, abbondano nelle filladi (rocce metamorfiche di basso grado). Trovarle abbondanti in un sedimento fa presupporre, con buona approssimazione, che le rocce erose a monte del deposito fossero, per lo meno in parte, filladiche.

Il *campione 3* può essere così definito: **roccia terrigena** (genesi), **arenite** o **arenaria** (tessitura) **quarzo-micacea** (composizione). Semplificando diventa **arenite quarzoso-micacea terrigena**.

CAMPIONE 4 (FIGURA 1.19)

Tessitura. Deposito clastico finissimo, cementato. Non si scorgono le particelle ad occhio nudo e a fatica si riconoscono usando la lente. La dimensione degli elementi è sicuramente inferiore a 1/16 mm. Le relative particelle che le formano hanno granulometria del silt e della polvere-“argilla”, mescolati tra loro. Questa mescolanza fisica, realizzatasi prima della cementazione del deposito, aveva dato luogo a un limo o fango (*lutus* in latino), trasformatosi poi – per cementazione – in roccia compatta (se ne spezzate un frammento e lo immergete in acqua né si sgranula né si impasta). Oggi, dopo la cementazione, è diventato (tessitualmente) una lutite o, usando un sinonimo di derivazione greca, una pelite.

Composizione. Cospargendo una piccola porzione del campione con l'acido cloridrico (HCl diluito) non si nota effervescenza (non “frigge”). Se poi con un punteruolo (chiodo o graffetta) si graffia la roccia, oltre ad incidersi con molta facilità, dà anche una polvere che, se cosparsa di acido, ugualmente non sviluppa reazioni chimiche. La composizione perciò *non* è carbonatica (né calcarea, né dolomitica). Grattando la roccia ci siamo accorti che è facilmente scalfibile. Dunque è formata in prevalenza da minerali teneri. Una “durezza” bassa da parte di particelle finissime e *non* carbonatiche ci deve far pensare (composizione) alle argille e ai loro minerali, i cosiddetti fillosilicati, tendenzialmente molto “teneri”. Le particelle maggiori, in questo caso il silt (tra 1/16 e 1/25 di mm), con ogni probabilità sono granuletti infinitesimi di quarzo.

Genesi. È una roccia terrigena. Non è possibile aggiungere nulla sull'ambiente in cui si è accumulata, dato che i fanghi a composizione fillosilicatica sono presenti nei laghi, nelle pianure, nelle parti sommerse dei delta, nelle profondità marine e non solo!

Il *campione 4* può essere così definito: **roccia terrigena** (genesi), **lutite** o **pelite** (tessitura), prevalentemente **fillosilicatica** (composizione). Se invece le particelle fossero tutte finissime (inferiori a 1/25 mm) potremmo chiamarla **argillite**.

CAMPIONE 5 (FIGURA 1.20)

Tessitura. Osservando il campione con una lente si nota una quantità di infinitesimi cristalli. La sua tessitura potrebbe essere dubitativamente definita micro-cristallina. Ogni tanto si aprono delle ridottissime cavità tappezzate da cristalli leggermente più grandi.

Composizione. Cosparsa con acido cloridrico (HCl) il campione non dà reazione visibile. Non ci basta: polverizziamo un po' di roccia e insistiamo con l'acido. Questa volta si sviluppa una reazione mode-



Figura 1.19. Pelite, deposito terrigeno cementato. Roccia terrigena

rata ma ben percepibile (si libera CO_2 che... “frigge”). Quanto abbiamo ottenuto ci basta per stabilire che si tratta di una roccia carbonatica, e più precisamente di una dolomia $[(\text{Ca}, \text{Mg}) (\text{CO}_3)_2]$.

Genesi. In natura la totalità delle dolomie nelle quali ci imbattiamo sono rocce chimiche. Questa, come oltre il 99% delle rocce dolomitiche, si è originata per trasformazione di un deposito calcareo $[\text{CaCO}_3]$. Dunque può essere definita una dolomia secondaria. Le dolomie primarie sono invece quelle che si generano per precipitazione diretta. Accade solo in contesti molto particolari. Nessuno di noi ne avrà mai una tra le mani, a meno che non vi rechiati a Yellowstone, nelle vicinanze di un geyser!

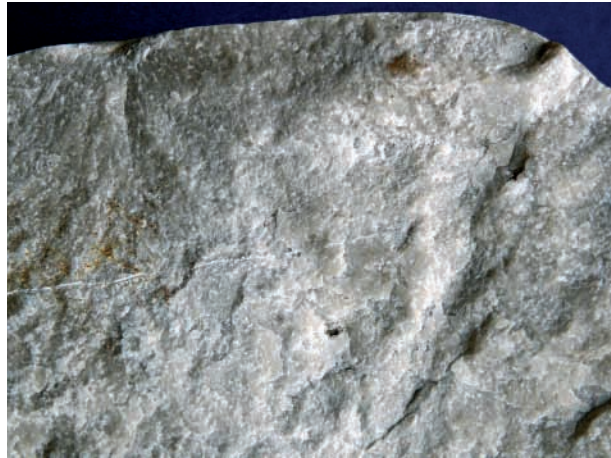


Figura 1.20. Dolomia secondaria (trasformazione metasomatica di originari calcari). Roccia chimica, (x 1,5 ingr.)

Il *campione 5* può essere così definito: **roccia chimica secondaria** (genesi), **dolomia** (composizione) **micro-cristallina** (tessitura).

CAMPIONE 6 (FIGURA 1.21)

Tessitura. Deposito cementato. Non dà sicure evidenze di tessitura elastica. Non è possibile definire l'eventuale dimensione dei costituenti. Si presenta all'apparenza finissimo, omogeneo, compatto. Occorrono dati di altra natura (criteri d'indagine differenti) per identificare il campione. Un modo di procedere potrebbe essere per “approccio negativo” (paragrafo 1.1.2).

Composizione. Non reagisce all'attacco dell'acido cloridrico (HCl diluito). Nemmeno frammentando e polverizzando la roccia si ottengono delle reazioni chimiche. Usando il punteruolo si nota un effetto significativo: la roccia non si incide e anzi, è il metallo a lasciare una traccia su di essa; quindi la roccia è più dura del metallo. Si può, con buon margine di certezza, affermare che si tratta di una selce. Attenzione a non usare il colore per riconoscere una selce: esistono selci biancastre, rosate, azzurrine, nocciola e addirittura nerissime.



Figura 1.21. Orizzonte (5 cm) di selce secondaria. Roccia chimica

Genesi. In questo caso la genesi non è definibile. Si sa solo che depositi compatti e omogenei con questa composizione (SiO_2) possono essere “primari”, e allora sono rocce biochimiche o organogene dovute ad accumulo di spoglie di organismi a guscio siliceo (comunemente i radiolari, ma anche molti tipi di spugne), oppure sono “secondari”, e allora si tratta – come per le dolomie secondarie – di rocce dovute a trasformazioni chimiche che hanno profondamente modificato precedenti rocce, anche in questo caso quasi sempre calcaree. A dire il vero, anche gli accumuli “primari” difficilmente mantengono inalterate le proprie caratteristiche durante i processi diagenetici. Anch'essi, in parte o totalmente, durante la diagenesi tendono a ricristallizzare allo stato solido con la conseguenza che gli stessi gusci silicei perdono le forme originarie trasformandosi in un feltro compatto di micro-cristalli silicei.

Il *campione 6* può essere così definito: **roccia organogena** o **biochimica** (genesi) oppure in alternativa **chimica secondaria** (genesi), **selce** (composizione). Nel primo caso potrebbe essere una **selce radiolaritica**, nel secondo una **selce di sostituzione**.

CAMPIONE 7 (FIGURA 1.22)

Tessitura. Deposito clastico, cementato. La dimensione degli elementi è compresa tra 1/16 mm e 2 mm. La granulometria è quella di una sabbia, ma essendo una roccia (deposito cementato), si definisce *arenite*.

Composizione. All'attacco dell'acido cloridrico (HCl diluito) dà moderata effervescenza. Sorge però un dubbio (che deve assalirci ogni volta che vediamo "friggere" una roccia clastica!): "*Staranno reagendo i granuli + il cemento, oppure solo il cemento?*" Ricordando quanto discusso nel paragrafo 1.1.2, abbiamo la possibilità di scoprirlo. Dopo aver cosperso con poche gocce di HCl un cm² di roccia e avere atteso la fine della reazione chimica, proveremo a insistere, con altrettanto acido, sulla parte di roccia umida. Servirà per capire se l'effervescenza si mantiene stabile oppure se, insistendo sullo stesso cm², è destinata a diminuire per poi, in poche passate, terminare del tutto. In tale caso (il nostro) i granuli *non* hanno composizione calcarea, ma il cemento sì!

Questo avviene perché ad ogni passata di acido il cemento calcareo che lega i granuli – quelli visibili sulla superficie del campione, si dissolve fino a sparire – lasciando una superficie occupata da soli granuli (non calcarei), uno accanto all'altro, sulla quale l'acido non ha più effetto. Se invece l'effervescenza, a ogni successiva passata di acido, si fosse mantenuta stabile ed elevata, i granuli sarebbero stati calcarei, così come la composizione del cemento.

La terza possibilità prevedrebbe granuli calcarei e cemento NON calcareo, ad esempio siliceo. Sarebbe un'eventualità praticamente da escludere: quando i granuli sono calcarei anche il cemento è solitamente calcareo, come in precedenza sottolineato al paragrafo 1.1.2.

Genesi. Il deposito qui analizzato è una roccia terrigena (non sono riconoscibili frammenti di spoglie di organismi, il dato è visibile anche a occhio nudo) e i suoi granuli sono frammenti di originarie rocce di composizione varia smantellate dall'erosione.

Il campione 7 può essere così definito: **roccia terrigena** (genesi), **arenite** (tessitura), **litica** (formata da prevalenti frammenti di antica roccia). Sintetizzando, il campione è classificabile come **arenite litica terrigena**.



Figura 1.22. Arenite litica terrigena. Roccia terrigena

CAMPIONE 8 (FIGURA 1.23)

Tessitura. Deposito forse clastico finissimo, cementato. Non sembrano notarsi tessiture micro-cristalline. Dimensione delle particelle sotto 1/25 mm (non si vedono le particelle a occhio nudo e nemmeno usando la lente). Le relative particelle sciolte sono formate da prevalente polvere, cioè un'originaria fanghiglia finissima (*lutus* in latino) trasformata per cementazione in roccia.

Composizione. Reagisce molto all'acido (HCl diluito) e dunque la composizione del campione è calcarea. Ricordiamoci che comunemente la polvere calcarea è chiamata micrite (dolomicrite se la polvere ha composizione dolomitica); le micriti cementate sono comunemente chiamate calcari micritici.

Genesi. Buona parte delle fanghiglie calcaree (e delle rispettive rocce micritiche) si forma in ambiente marino e si origina per accumulo di microscopiche particelle minerali prodotte perlopiù da organismi vegetali e animali (alghe, gusci microscopici di foraminiferi, etc.). In questo caso, il campione sarebbe geneticamente classificabile come roccia organogena.

Raramente – ma può accadere – si possono accumulare fanghiglie carbonatiche (con le rispettive rocce, quali i calcari micritici) classificabili, al contrario, come terrigene. Questo, ad esempio, accade quando un fiume smantella un massiccio montuoso costituito da antiche rocce calcaree. Assieme alle ghiaie e sabbie calcaree si formano anche fanghiglie a composizione calcarea, trasportate anche molto lontano dalla zona di erosione. In tale caso sono tutti prodotti classificabili come terrigeni. Dove si accumulano questi prodotti calcarei finissimi? Ad esempio lì dove il fiume esonda durante una piena e le sue acque torbide invadono la pianura, abbandonando appunto uno strato di limo. Oppure nei laghi che interrompono il

corso del fiume stesso. O ancora nella zona più esterna del delta marino, o anche nelle sue baie tranquille, o in mare aperto e profondo, dove giungono solo i depositi più fini.



Figura 1.23. Calcare micritico organogeno, (x 3 ingr.)

Nel caso del nostro campione, dato che non è possibile risalire all'ambiente di accumulo (particelle formate "in loco" o "importate da fuori"?) è giusto proporre, in alternativa, entrambe le ipotesi genetiche (organogena oppure terrigena), anche se – statene certi – 99 volte su 100 si tratterà di depositi *organogeni*, e non di *terrigeni*. E come tale tratteremo anche questo nostro campione.

Il *campione 8* può dunque essere così definito: **roccia organogena o biochimica** (genes), **calcare** (composizione) **micritico** (tessitura + composizione). Sintetizzando, si tratta di un **calcare micritico organogeno**.

CAMPIONE 9 (FIGURA 1.24)

Tessitura. Deposito clastico, non cementato. Dimensione dei granuli compresa tra 1/16 e 2 mm. E' dunque una *sabbia* (sedimento).

Composizione. Non reagisce all'acido cloridrico (HCl diluito), i granuli dunque non sono calcarei, ma potrebbero essere dolomitici (cfr. Campione 5). Con un martello (o anche solo con la punta di acciaio) proviamo a triturne una piccola quantità fino a ridurla in polvere. Se l'acido ugualmente non dà reazioni scartiamo la presenza di granuli carbonatici, tanto calcarei quanto dolomitici. Comunque, con un minimo

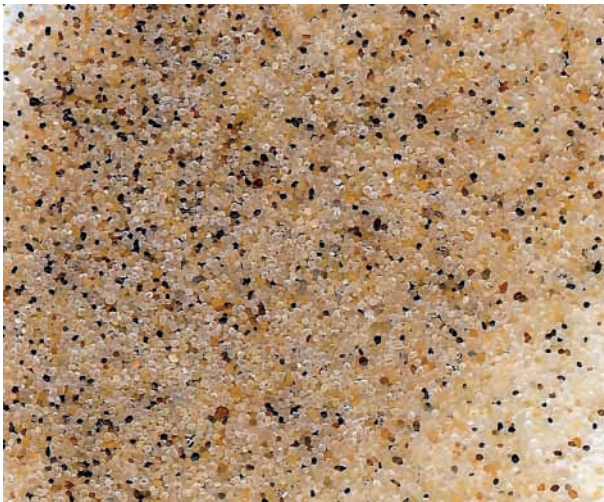


Figura 1.24. Sabbia quarzosa con subordinati granuli litici. Sedimento terrigeno

di esperienza, anche senza polverizzare nulla, avremmo potuto scartare la presenza di granuli dolomitici perché nella nostra sabbia sarebbero apparsi di colore biancastro. Osservando con la lente il deposito, appaiono molti granuli d'aspetto "vetroso", opachi, identificabili come frammenti quarzosi; in più si notano granuli scuri, classificabili come frammenti di roccia (granuli litici), forse vulcanici o sedimentari (figura 1.10a).

Genesi. Sedimento *terrigeno*, cioè derivato dallo smantellamento di antiche rocce sottoposte a degradazione fisico-chimica.

Il *campione 9* può essere così definito: **sedimento terrigeno** (genes), **sabbia** (tessitura) **quarzoso-litica** (composizione).

CAMPIONE 10 (FIGURA 1.25)

Tessitura. Deposito clastico, cementato. La dimensione degli elementi è compresa tra 0,3 e 4 cm. I singoli clasti hanno un indice di arrotondamento molto alto e inoltre sono sempre in contatto reciproco. La matrice è medio-bassa (riempie la porosità interstiziale, ossia tra gli elementi base del deposito). È classificabile come conglomerato.

Composizione. Tutti i clasti reagiscono all'acido cloridrico (HCl diluito). La loro composizione è classificabile come calcarea. Osservando il deposito anche con l'uso di una lente si nota che buona parte degli elementi a sua volta deriva da erosione di rocce a tessitura arenica e siltitica i cui granuli sono rappresen-

tati da frammenti di spoglie d'organismi (gusci, impalcature scheletriche, etc.). Spicca tra questi, riconoscibile anche ad occhio nudo, un clasto formato a sua volta da granuli grossolani (1-2 mm).

Genesi. Roccia terrigena, ossia derivata dallo smantellamento di antiche rocce sottoposte a degradazione fisico-chimica.

Il *campione 10* può essere così definito: **roccia terrigena** (genesi), **conglomerato** (tessitura) **calcareo** (composizione).



Figura 1.25. Conglomerato calcareo bimodale (\varnothing 3-4 cm; 0,5-1 cm) a scarsa matrice. Roccia terrigena

CAMPIONE 11 (FIGURA 1.26)

Tessitura. Il campione (spezzato) dà evidenza di tessitura micro-cristallina. Indicativa, dal punto di vista diagnostico, è anche la sua morfologia esterna che suggerisce un deposito che ha rivestito precedenti elementi (vegetali) presenti nell'ambiente di formazione.

Composizione. Reagisce con molta intensità se cosparso di HCl. Si denuncia come composto da esclusivo carbonato di calcio.

Genesi. Roccia chimica primaria.

Il *campione 11* può essere così definito: **roccia chimica** (genesi), **calcare incrostante**, travertino di cascata, non termale (composizione).



Figura 1.26. Calcare incrostante (travertino di temperatura ambiente). Roccia chimica

CAMPIONE 12 (FIGURA 1.27)

Tessitura. Deposito macro-cristallino in cui i molti elementi hanno una particolare forma a V.

Composizione. La punta d'acciaio lo riga con facilità estrema. Provando a scalfirlo con qualcosa di più tenero (l'unghia) questa ugualmente lascia un solco. La durezza è bassissima.

Genesi. Roccia chimica primaria, evaporitica, formata da gesso selenitico, ossia in evidenti cristalli geminati. Simulando delle V si sono accresciuti verticalmente, con il vertice verso il basso.

Il *campione 12* può essere così definito: **roccia chimica** (genesi), **gesso** (composizione), **selenitico** (tessitura).



Figura 1.27. Gesso selenitico. Roccia chimica. Vena del Gesso romagnola, Borgo Tossignano (BO). Appennino settentrionale

Queste precisazioni dovrebbero, almeno in parte, avere messo ordine nelle conoscenze che molti di voi già avevano ma che, probabilmente, erano state utilizzate in modo errato o anche solo fuorviante. Concluso questo primo passo che vi ha condotto nel vasto (ma sintetizzabile) campo dei depositi sedimentari, ben presto vi renderete conto di avere soltanto imparato a riconoscere le lettere dell'alfabeto geologico. Poca cosa, in apparenza, ma fondamentale per potere costruire le parole con le quali poi strutturare "frasi geologiche" di senso compiuto.

1.2. La stratificazione

Una delle caratteristiche peculiari dei depositi sedimentari (i sedimenti e le rocce) è quella di presentarsi quasi sempre ben stratificati. Si può trattare di strati sottilissimi, inferiori al centimetro, oppure di banchi plurimetriici internamente ai quali la distribuzione in strati si fa più evanescente (figura 1.28a,b).

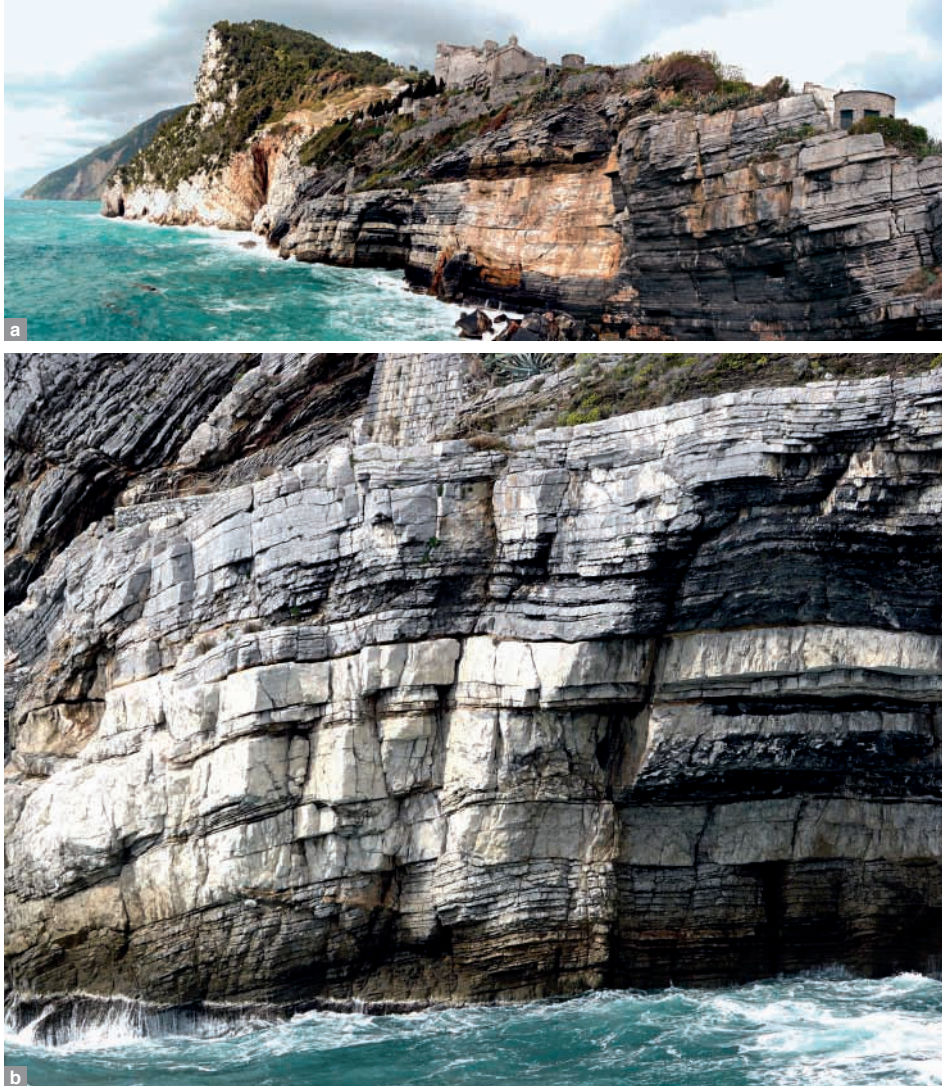


Figura 1.28. a) Successione sedimentaria stratificata. Calcari scuri con interstrati marnosi e subordinate selci. Calcare di Portovenere (Triassico superiore). Portovenere (SP); b) bancate metriche chiare, massicce (dolomia), alternate a spessori fittamente stratificati (calcari e selci). Calcare di Portovenere (Triassico superiore). Portovenere (SP)

Nella maggior parte delle successioni sedimentarie si può comunque osservare una netta partizione in livelli, comunemente compresi tra il decimetro e il metro di spessore, spesso planari, paralleli tra loro, e organizzati in potenti spessori. Può frequentemente accadere che il singolo strato sia formato da uno o più *set* di lamine, ognuna indicativa, a seconda dei casi, di pulsazioni di energia nello stesso processo di trasporto e accumulo (figura 1.29a) oppure di smistamenti tra treni di granuli che procedevano, rapidi e sovrapposti, durante il medesimo processo di abbandono (figura 1.29b).

Grazie a queste caratteristiche, nel XVI secolo, è stata sintetizzata da Stenone la prima legge della stratigrafia che nel suo semplicissimo enunciato dichiara che “in una successione sedimentaria ogni strato è più vecchio di quello che gli si è depositato sopra”.

Oggi siamo portati a considerare questa “legge” quasi banale, ma possiamo ritenerla tale solo perché gli enormi passi fatti in questi ultimi due secoli dalle conoscenze geologiche sono partiti proprio da quel banalissimo, ma irrinunciabile caposaldo. È un assunto che per la geologia può essere considerato equivalente a

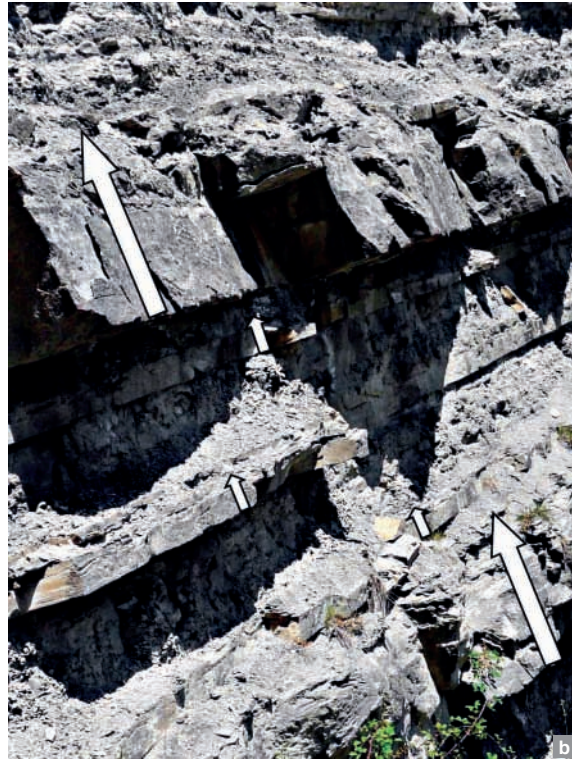


Figura 1.29. a) Una monotona successione di strati decimetrici di mare aperto non profondo, se osservata con attenzione sedimentologica, svela strutture, processi ed energie differenti da strato a strato. Canale d’Incarojo, Paularo (UD). F.ne di Werfen, Triassico inf., Alpi Carniche centrali; b) gradazioni granulometriche positive (le dimensioni dei granuli calano verso l’alto degli strati) in una successione torbidityca dell’Appennino tosco-emiliano (Valle del Fiume Savio, Mercato Saraceno). F.ne Marnoso Arenacea, Miocene

quello che ha rappresentato l’invenzione della ruota per lo sviluppo della civiltà moderna.

La stratificazione di gran parte delle successioni rocciose sedimentarie si rivela inoltre particolarmente adatta nella registrazione delle deformazioni subite (figura 1.30) e, al tempo stesso, è in grado di offrire al geologo le necessarie informazioni che gli consentono di interpretare la storia deformativa del territorio. Si parte dall’analisi degli effetti (giaciture degli strati, pieghe, faglie, stili tettonici, etc.) per risalire alle cause (orientazione del campo degli sforzi, regimi deformativi, sovrapposizione di fasi tettoniche, etc.), investigandone – ove possibile – il movente (direzione e verso dei movimenti crostali, cinematica delle placche, etc.).



Figura 1.30. Vistosa meso-piega nei calcari triassici del Tarvisiano (Friuli V.G.) (fonte: Grazia Foschi, 2011)

1.2.1. I giunti di strato

Le successioni fittamente stratificate nelle quali sovente accade di imbattersi percorrendo strade, sentieri, solchi torrentizi e pareti rocciose dei contesti alpini o appenninici, a uno sguardo più attento possono rivelarsi meno monotone del previsto. Le superfici di stratificazione sono particolarmente evidenti quando corrispondono a netti cambiamenti litologici (figure 1.8a,b,c). Altre volte, invece, possono presentarsi sfumate e riconoscibili solo da un occhio addestrato. Gli strati si formano tramite la sedimentazione; la diagenesi (i processi che portano alla cementazione di un deposito inizialmente incoerente) solitamente li enfatizza rendendoli più percepibili. Ogni strato rappresenta, lungo la sua complessiva estensione, un evento geologico pressoché contemporaneo.

Avvicinandosi a un affioramento di rocce stratificate una domanda chiede risposta: “Perché si formano i singoli strati (e banchi)?”. La domanda diventa perplessità nel momento in cui l’intero affioramento, a uno sguardo più attento, si rivela formato da un unico tipo di roccia.

Le ragioni della presenza delle superfici di strato possono essere varie: la cessazione temporanea degli apporti sedimentari, variazioni e modifiche nella direzione e/o nella velocità e/o nella turbolenza del mezzo di trasporto (vento, acqua, etc.), l'improvvisa diluizione di una soluzione soprassatura, l'aumento (o la diminuzione) della batimetria di un fondale, l'estinzione (o la comparsa) di organismi in grado di produrre resti minerali (gusci, impalcature, etc.). I singoli strati cambiano il proprio spessore con la distanza; possono rastremarsi impercettibilmente fino a sparire, oppure chiudersi a lente entro spazi relativamente ristretti e/o confinati.

Mi viene in mente il Calcare di Aurisina – pietra da costruzione famosa fin dai tempi romani – depositato durante il Cretaceo superiore (tra 90 e 70 milioni di anni fa) nei settori triestino e istriano del tempo. Si tratta di strati calcarei con singoli spessori compresi tra qualche cm e 20-30 cm accumulati uno sopra l'altro per centinaia di metri di potenza complessiva ed estensione laterale notevole, espressione di un originario fondale marino di piattaforma prevalentemente esterna, in condizioni tropicali.

In questo caso, la separazione fisica tra uno strato e il successivo coincide con un periodo di interruzione (geologicamente molto breve, forse qualche secolo, forse meno) della deposizione delle relative polveri calcaree. Quel tanto – o poco – che bastava per produrre nello strato minime variazioni fisiche, quali ad esempio un inizio di compattazione oppure la sua bioturbazione, in questo caso dovuta all'azione di organismi infossati nel sedimento, assieme a impercettibili modifiche della relativa superficie, esposta in condizioni subacquee. La successiva ripresa della sedimentazione formava un nuovo accumulo stratificato che, fisicamente, risultava “separato” (e separabile) dal precedente. Tale superficie di separazione fisica tra due strati è denominata *giunto di stratificazione* o *di strato*.

In altre situazioni, gli strati successivi, litologicamente identici tra loro, possono essere divisi da giunti marcati da veli infinitesimi di natura differente rispetto a quella degli strati stessi. Ad esempio, in una successione calcarea stratificata, non di rado i giunti di strato corrispondono a veli pelitici o marnosi (figura 1.8b), talvolta inferiori al millimetro. Segnale questo che durante la stasi della tipica sedimentazione del luogo – costituita da polveri calcaree – l'unica fonte (minima) di approvvigionamento dei fondali diventano le polveri argillose in grado di diffondersi verso il mare aperto, spesso di origine eolica o di lontana derivazione deltizia.

Altre volte, come già accennato, la stratificazione si rende visivamente percepibile e appariscente perché i *giunti di strato* separano depositi litologicamente e/o dimensionalmente differenti, alternati sulla verticale (figura 1.8c). Quando questo accade è il cambiamento composizionale del tipo di apporto, a volte accompagnato dalla momentanea interruzione della deposizione, a determinare la netta divisione in strati della successione sedimentaria.

1.2.1.1. Le superfici stilolitiche

Il termine *stilolite* procede dalla parola greca *στυλος* che significa “colonna”. La derivazione diventa chiara quando si osserva la superficie stilolitica nel suo sviluppo bidimensionale e tridimensionale, essendo formata da irregolari cuspidi (le colonne, appunto) e da avvallamenti (figura 1.31a). Le stiloliti sono presenti nelle rocce più varie, da quelle carbonatiche alle selci, alle rocce di natura magmatica e infine anche negli ammassi di ghiaccio. In particolare, lungo le pareti rocciose formate da litologie facilmente solubili e tra queste massimamente nei calcari finissimi e omogenei, è frequente osservare delle linee che ricordano molto l'andamento zigzagante delle suture craniche (figure 1.31b,c).

Sono linee riconducibili a superfici prodotte da fenomeni di dissoluzione a loro volta causati dall'incremento di pressione sulla successione deposizionale. Tali dissoluzioni si possono attivare sia precocemente, durante la diagenesi, sia successivamente alla litificazione, durante l'applicazione di uno sforzo tettonico. Nel primo caso le stiloliti che si formano sono riconducibili al carico litostatico e si dispongono parallelamente alla stratificazione, nel secondo caso invece le cuspidi delle stiloliti orientano le proprie “colonne” e avvallamenti lungo la direzione dello sforzo applicato all'ammasso roccioso.

L'irregolarità delle superfici stilolitiche è dovuta a processi di dissoluzione che, a scala di dettaglio, procedono in modo disomogeneo. Le stiloliti sono in genere ben riconoscibili perché marcate dalla costante presenza di veli scuri che ne tappezzano le superfici (figure 1.31b,c). Si tratta di veli opachi formati dall'accumulo di particelle minerali insolubili (argille, ossidi, materia organica carboniosa, etc.), comu-

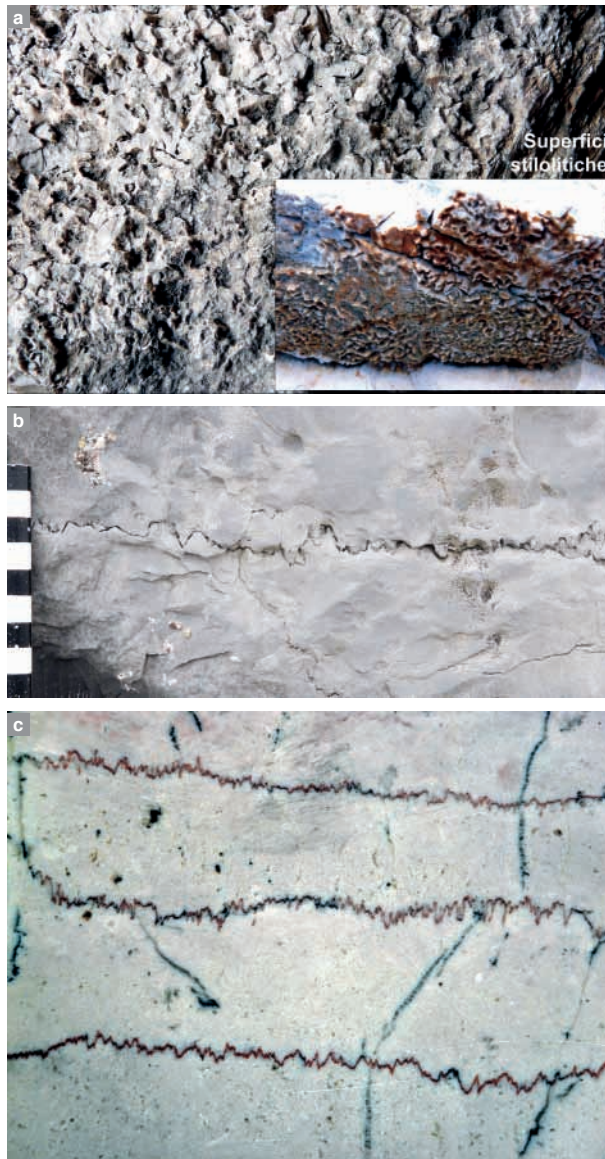


Figura 1.31. a) Superfici stilolitiche osservate nel loro sviluppo planare. La differenza di altezza tra un dosso e una cuspidè è circa 0,5 cm; b) classico aspetto delle superfici stilolitiche viste in sezione lungo una successione calcarea affiorante; c) superfici stilolitiche in sezione levigata (rivestimento di interni). Spaziatura tra le singole stiloliti: circa 1 cm

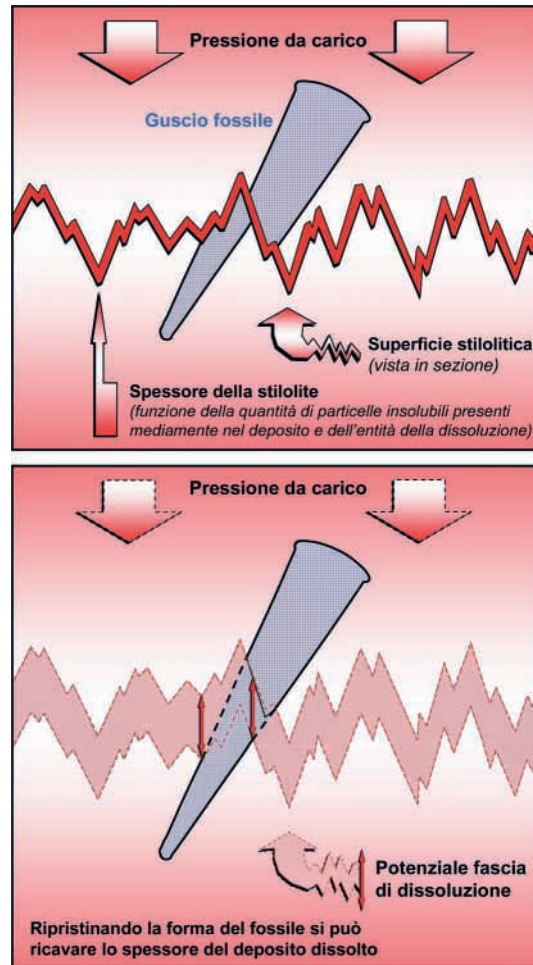


Figura 1.32. Effetto di una dissoluzione stilolitica in presenza di fossili

nemente disperse nei depositi che subiscono le localizzate dissoluzioni.

Lo spessore dei residui stilolitici può variare da poche decine di micron ad alcuni millimetri. Nel caso di stiloliti riconducibili a dissoluzione da carico, è possibile risalire allo spessore di successione eliminato sulla base del contenuto medio percentuale di “impurità insolubili” presenti nel deposito. Moltiplicando il singolo spessore disciolto per il numero delle stiloliti

presenti per metro di successione, e facendo riferimento allo spessore attuale della successione considerata, si può ottenere il valore percentuale di successione eliminata.

Anche la presenza di fossili intersecati da superfici stilolitiche (in genere osservabili su piani lucidati o in sezione sottile) è spesso in grado di fornire le stesse indicazioni (figura 1.32). L'applicazione delle pressioni da carico (coadiuvate dalla presenza di fluidi circolanti) può provocare dissoluzioni che, nei casi più drastici, riescono a cancellare fino al 30-35% dell'originario spessore di una successione.

1.2.2. Le clinostratificazioni

Appare logico ritenere che, in una successione rocciosa sedimentaria e stratificata, un assetto tabulare – ossia composto di strati paralleli tra loro – vistosamente inclinato (20° - 30° e anche fino a 40°) sia stato

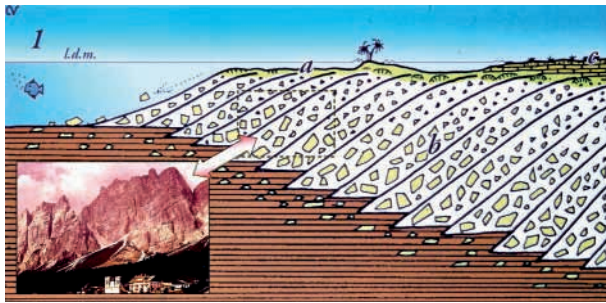


Figura 1.33. Clinostratificazioni del pendio (slope, talus) di un corpo di scogliera organogena di età triassica. L'esempio nel riquadro raffigura un tratto delle Dolomiti ampezzane

prodotto da un impulso tettonico che ne ha alterato l'originale orizzontalità basculandola o, più in generale, deformandola. In molti casi è vero, ma non sempre è così.

Ci si può chiedere allora come e quando gli strati inclinati *non* sono il risultato di una deformazione. Quando non lo sono è perché in alcuni contesti ambientali esistono particolari condizioni che determinano la formazione di strati che si formano già inclinati all'origine, cioè clinostratificati. I contesti di sviluppo sono molto particolari e, una volta noti, non si dimenticano.

Può risultare vantaggioso proporre, attraverso

le immagini, una serie di esempi che prendono in considerazione esposizioni rocciose in cui sono presenti clinostratificazioni, generate alle più differenti scale. Naturalmente, più l'altezza della clinostratificazione è contenuta e più immediato ne diventa il riconoscimento.

Si tratta delle scarpate di scogliera organogena, con breccie e brecciole, (figura 1.33), delle fronti deltizie, con prevalenti ghiaie (figure 1.34 e 1.35), dei conoidi e delle falde detritiche di versante, con breccie e

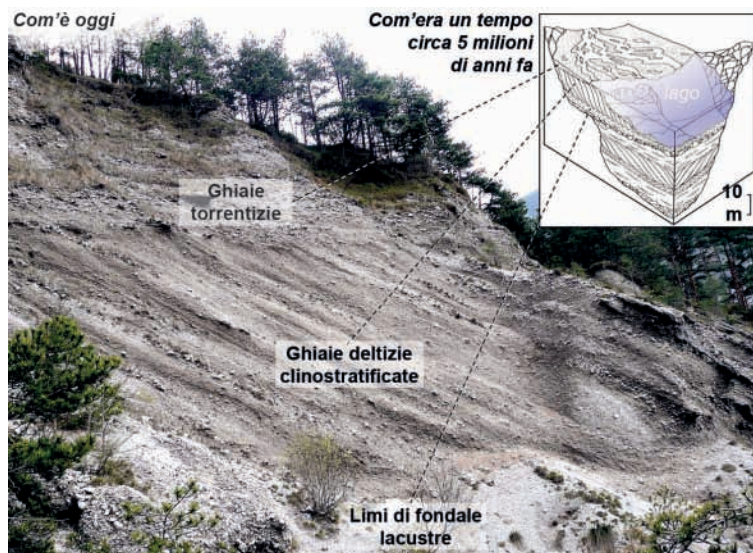


Figura 1.34. Clinostratificazioni di un delta lacustre progradante. Meduno (Ponte Racli), PN

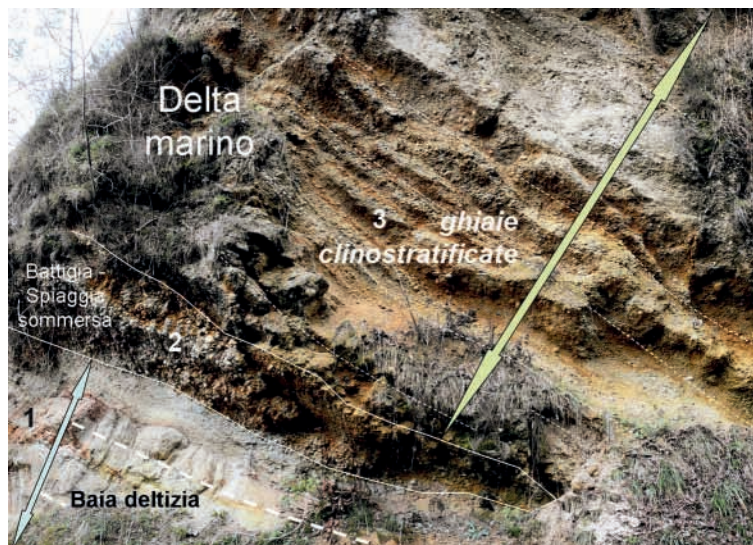


Figura 1.35. Clinostratificazioni di un delta marino miocenico. Prealpi Carniche occidentali, Oltrerugo (PN)



Figura 1.36. a) Conoide detritico. Internamente si presenta clinostratificato; b) Conoidi detritici attivi e “fossili”



brecciole (figure 1.36a,b). I depositi associati a questi particolari tipi di ambienti, oltre ad essere tendenzialmente grossolani, hanno la caratteristica di dare origine a corpi che possono raggiungere dimensioni cospicue (da alcuni a molte decine di km² d'estensione).

Le stratificazioni inclinate all'origine, le cosiddette *clinostratificazioni*, possono svilupparsi anche a scala ridotta, con granulometrie in prevalenza fini (sabbie, silt). In questi casi sono organizzate in corpi sedimentari di minore ampiezza, quali le dune da vento o quelle che comunemente formano le barre tidali o anche le barre subacquee di trasporto lungo costa, i riempimenti di canali in genere, sia subaerei (fluviali dunque) che sottomarini (i canali di marea, ad esempio). Sono depositi differenti tra loro, ma sempre organizzati in set clinostratificati. Le dune subaeree (da vento) e le barre sabbiose fluviali in certi casi riescono a formare corpi di notevoli dimensioni (figura 1.37).

Come accennato, nel caso di orizzonti di minime dimensioni, gli spessori modesti consentono di riconoscere facilmente le laminazioni inclinate all'origine. Questo perché è frequente trovare, alternati ad esse, depositi ad originario assetto orizzontale (figure 1.29a 1.38).

In questi casi sono le osservazioni sedimentologiche a risolvere i dubbi, tramite l'analisi di facies e la ricostruzione ambientale, sviluppate attraverso lo studio delle associazioni di facies, analisi riservata ai geologi con conoscenze in Sedimentologia. Solo dopo una tale valutazione diventa dunque logico ragionare sull'eventuale influenza tettonica.

Le clinostratificazioni con sviluppi continui e omogenei, estesi per centinaia di metri, non sono frequenti, ma nemmeno rare. Rilevando, occorre tenere presente che tali tipi di stratificazione esistono e possono anche estendersi a formare, dove presenti, interi versanti montuosi (figura 1.33). Se non individuate correttamente, portano a grossolani errori di valutazione (figura 1.39) in grado di ripercuotersi sull'interpretazione tettonica, oltre che su quella sedimentologica (ossia la definizione dell'originario ambiente di deposizione).



Figura 1.37. Duna di Pilat. Costa atlantica francese (Laguna di Arcachon, Bordeaux). Corpo sabbioso clinostratificato attivo; è alto 120 m e la porzione attiva si estende per 3 km

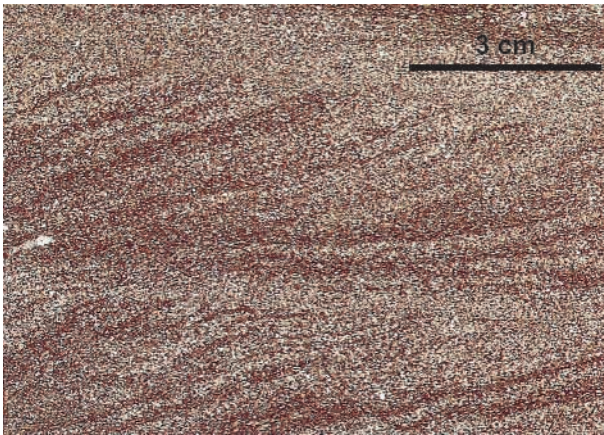


Figura 1.38. Clinolaminazioni da ripple (increspatura di sabbia-silt), alternate a più sottili livelli a lamine orizzontali

Il problema comincia a presentarsi quando un affioramento roccioso, anche di notevole estensione, è interamente formato da clinostratificazioni (figura 1.33). In quest'ultimo caso le sole valutazioni geometriche non riescono a guidare verso la corretta interpretazione. È allora l'analisi sedimentologica, unitamente alla comparazione con altri affioramenti presenti nello stesso settore di indagine, a fornire la giusta chiave interpretativa.

1.2.3. La polarità stratigrafica di una successione sedimentaria

Quando si rileva un territorio, quando si riportano sulle *carte geologiche* le giaciture della stratificazione, quando si trasferiscono queste ultime nelle *sezioni geologiche* per poi effettuare le correlazioni tra i vari pacchi di strati, etc., in tutti questi casi è indispensabile riconoscere l'eventuale polarità rovescia della successione sedimentaria. Trovare la polarità di una successione sedimentaria significa "individuare, perpendicolarmente alla stratificazione o alla clinostratificazione, il verso lungo il quale gli strati si fanno via via più recenti" (figura 1.40). Il dato di polarità diventa basilare quando questa è stata rovesciata (e la prima responsabile in questi casi è la tettonica), ossia quando la freccia che punta verso gli strati più recenti è orientata verso il basso, cioè al di sotto di un'ideale linea orizzontale (figura 1.41).

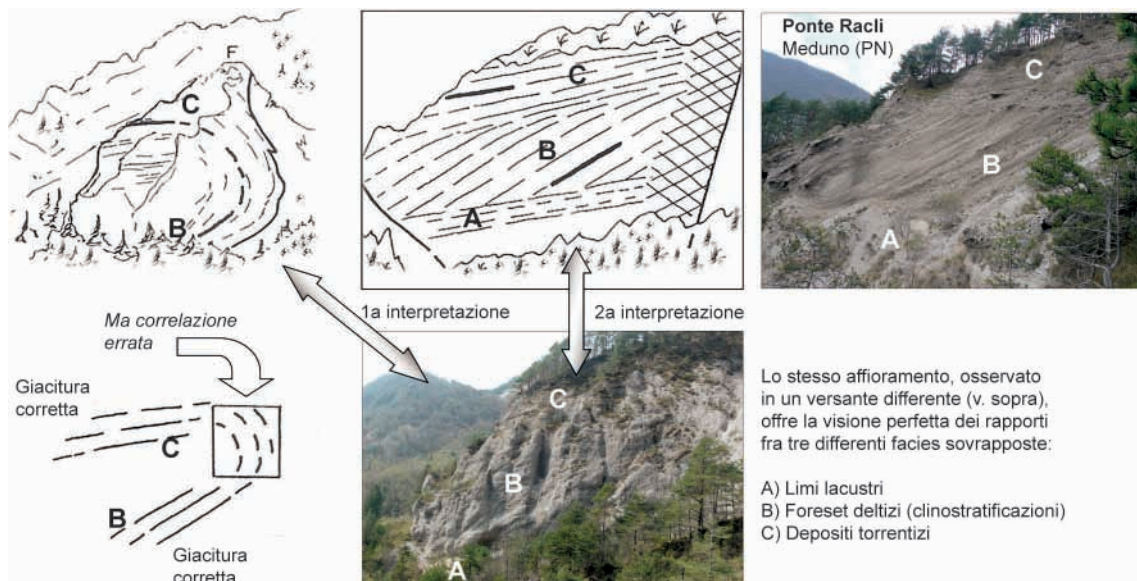


Figura 1.39. Due ipotesi di correlazione. Una sola è valida. Ponte Racli (Meduno, PN). Vedi figura 1.34